

*Über
Kaukraftmessungen an
Implantatverankertem
Zahnersatz
im Vergleich zu
konventionellen Prothesen*

Gerhard M. Probst

1977

AUS DER POLIKLINIK FÜR ZAHNÄRZTLICHE PROTHETIK DER
UNIVERSITÄT MÜNCHEN
DIREKTOR: PROF. DR. MED. DENT. E. KRAFT

ÜBER KAUKRAFTMESSUNGEN AN IMPLANTATVERANKERTEM ZAHN-
ERSATZ IM VERGLEICH ZU KONVENTIONELLEN PROTHESEN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
an der Ludwig-Maximilian-Universität zu München

vorgelegt von
GERHARD M. PROBST
aus
GÖGGINGEN
München

1977

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität
München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. dent. E. Kraft

Dekan: Prof. Dr. med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 24. Februar 1977



Meiner Mutter
gewidmet



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Inhaltsverzeichnis

A) Ziel und Zweck der Arbeit

B) Kritische Literaturwertung

I. Problematik der Kaukraftmessung

II. Möglichkeiten der parodontal-gingivalen Lagerung

III. Implantatverankerter Zahnersatz

C) Experimenteller Teil

I. Versuchsanordnung

II. Meßergebnisse

III. Kritik der Meßergebnisse

IV. Beschreibung von Mißerfolgen und deren histologische Befunde

V. Diskussion

D) Zusammenfassung

E) Schrifttum

A) Z I E L U N D Z W E C K D E R A R B E I T

Zur prothetischen Therapie des Lückengebisses stehen dem Zahnarzt viele technische Möglichkeiten zur Verfügung, mit deren Hilfe er je nach Zustand der vorhandenen Zähne, ihrer Kariesanfälligkeit, Mundpflege, Parodontalstatus u. a. den Patienten individuell behandeln kann.

In jüngster Zeit wird erneut die Verankerung von Zahnersatz an Implantaten diskutiert, um im reduzierten oder zahnlosen Gebiß eine zahnähnliche Abstützung der Prothesen zu erreichen. Auf diese Weise läßt sich die kompromißbehaftete Lagerung des Zahnersatzes auf der Schleimhaut der Kieferkämme vermeiden, zugleich wird eine bessere Fixierung der Prothesen angestrebt.

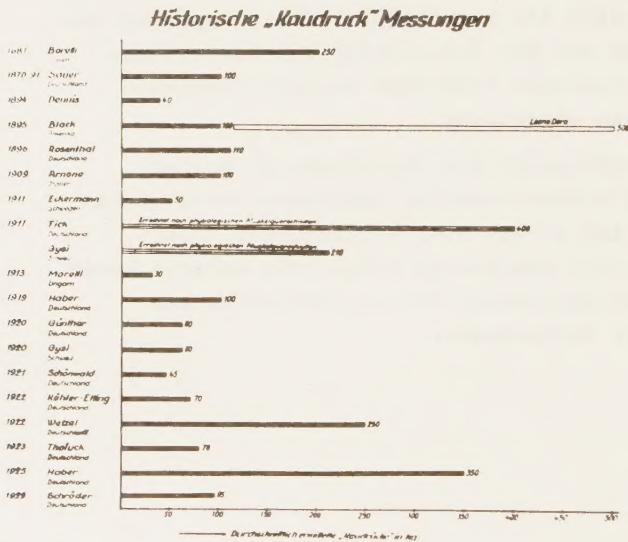
Um die Belastbarkeit der Implantate zu prüfen und sie mit konventionellem Zahnersatz vergleichen zu können, ist es das Ziel vorliegender Arbeit, mit Hilfe einer geeigneten Meßmethode entsprechende Belastbarkeitsmessungen des unterschiedlichen Zahnersatzes vorzunehmen.

B) KRITISCHE LITERATURWERTUNG

I. PROBLEMATIK DER KAUKRAFTMESSUNG

Historische Kaudruckmessungen

UHLIG (102) hat in seiner grundlegenden Arbeit "Über die Kaukraft" die historischen Kaudruckmessungen zusammengefaßt, wie sie in der graphischen Darstellung Nr. 1 abgebildet sind



Graph. Darst. Nr. 1

Hist. "Kaudr." Messungen nach UHLIG (102)

Als erster beschäftigte sich wohl der italienische Anatom Borelli im Jahre 1681 mit Kaudruckmessungen. Seine Methode bestand darin, bei geöffnetem Mund eine Schlinge um die unteren Molaren zu legen, unter dem Kinn zu binden und daran ein Gewicht zu hängen. Bei seinen relativ hohen Werten muß berücksichtigt werden, daß auch die Nackenmuskeln beim Tragen des Gewichtes beansprucht werden.

Sauer legte eine Stahlschlinge über die unteren Molaren, an der ein Gewicht befestigt war. Von Eckermann wurde die Kraft berechnet, die nötig ist, die geschlossenen Zahnreihen zu öffnen.

Von diesen relativ einfachen Methoden haben sich Anfang dieses Jahrhunderts eine Reihe von Autoren abgewandt. Black, Arnone, Dietze und Haber verwendeten sogenannte Gnathodynamometer. Die Methode bestand darin, daß die Kraft gemessen wurde, die auf zwei zwischen den Zahnreihen gelegenen und durch eine Feder auseinandergehaltenen Platten gebracht wurde.

Bei der von Lickteig modifizierten Vorrichtung nach Schwander wurde der Kaudruck durch einen Ölstempel auf ein Manometer übertragen.

In Umkehrung der Brinellschen Kugeldruckprobe maßen Köhler, Etling und Schönwald die Tiefe des Eindrucks einer Stahlkugel in einem Zinnplättchen bekannter Härte.

Bei den nach physiologischen Muskelquerschnitten berechneten Kaudruckkräften wurden sehr hohe Werte erreicht. So gibt SCHUHMACHER (92) bei vergleichenden Untersuchungen mit der tierischen Kau-muskulatur für die menschlichen folgende Werte an:

M. masseter	29.0 kg
M. temporalis	36.0 kg
M. pterygoid. med.	18.0 kg
M. pterygoid. lat.	17.0 kg

Damit berechnet er die einseitig mögliche Kraft mit 100 kg, beiderseitig mit 200 kg, wobei bei Männern die Durchschnittskraft um 50 kg höher liegen kann als bei Frauen und zu berücksichtigen ist, daß bei jüngeren Menschen mit vollständiger Zahnreihe größere Muskelquerschnitte vorliegen. Gysi gibt diese Kräfte mit 240 kg an, Fick die auf die gleiche Weise ermittelte Kraft mit 400 kg.

Neuzeitliche Meßverfahren

Diese hohen Werte wurden von den Autoren in jüngerer Zeit niemals erzielt. So fand UHLIG (102) mit einem Beißelement, das auf dem Prinzip der Messung elektrischer Resonanz beruht, Werte bei antagonistischen Zahnpaaren zwischen 9,06 und 25,36 kg, abhängig auch vom Alter der Probanden.

SCHREIBER (90), der mit einem stimmgabelähnlichen Beißelement die Widerstandsänderung von Dehnungsmeßstreifen mißt, konnte die angegebenen Werte bestätigen.

VAN THIEL (103) befestigte Dehnungsmeßstreifen auf der Zungenseite von herausnehmbarem Zahnersatz und registrierte die Aufbiegung der Prothese beim Kauen. Diese Methode kann als indirekte Kaukraftmessung bezeichnet werden.

BECK (6) maß die elastische Deformation des Zahnes an einem natürlich nachgebildeten Gebiß, da die Eichung eines Zahnes im Munde unzumutbare Forderungen an den Patienten stellen würde.

Eine weitere Möglichkeit der Kaukraftmessung besteht darin, einen Zahn ganz oder teilweise durch ein geeignetes Meßinstrument zu ersetzen, einen Weg, der Anfang der 50er-Jahre zuerst in Amerika beschritten wurde. Hierbei entstanden die mit Dehnungsmeßstreifen versehenen Meßdosen.

Erstmalig haben 1950 - 1953 die Amerikaner MANLY/HOWELL (43), BRUDEVOLD (13), YURKSTAS und CURBY (111) Kaukraftaufzeichnungen bei sechs Prothesenträgern durchgeführt und die gleiche, ständig verbesserte Meßapparatur, die nach dem Prinzip der Widerstandsänderung von Dehnungsmeßstreifen funktioniert, verwendet. Über Versuchsanordnungen und Genauigkeit der Ergebnisse liegen jedoch keine verwertbaren Angaben vor.

(Dehnungsmeßstreifen werden im weiteren Verlauf mit DMS abgekürzt).

Mit einem Meßelement mit DMS, das in Gußfüllungen einzusetzen ist, arbeitet der Engländer ANDERSSON (3). Seine pro Zahn angegebenen Meßergebnisse waren gleich groß und relativ gering, 3 kg im Mittel, maximal 10 kg.

In Deutschland war es zuerst 1958 ROHRBACH/EIGHNER (79) die zum Messen von Kaukräften Meßdosen von Molarengröße verwendeten. Diese Meßdosen bestanden aus federnden Kunststoffkörpern, in denen sehr dünner Widerstandsdraht eingebettet war. Die Belastung der Meßdosen ruft eine Stauchung des Kunststoffkörpers und des in ihm eingebetteten Drahtes hervor, der dabei eine der Belastung proportionale Widerstandsänderung erfährt. Die Ungenauigkeit der Meßeinrichtung wird mit $\pm 10\%$ angegeben, Meßstelle im Bereich der ersten Molaren, Spitzenwerte bei feststehendem Zahnersatz in diesem Bereich 14,5 kp.

KLÖTZER (49) mißt Kaukräfte mittels der elastischen Verformung von Brückenzwischengliedern, auf deren Unterseite der DMS aufgeklebt ist.

Von WINDECKER (107) wird die Konstruktion einer eigenstabilen Kaukraftmessdose mit DMS beschrieben, wie sie in geringeren Außenmaßen bei unseren Messungen verwendet wurde.

Definition des Begriffes Kaukraft

Die großen Unterschiede der von den Autoren ermittelten Werte lassen sich nur erklären, wenn man die physikalischen Begriffe Druck und Kraft trennt. Der Jahrzehnte lang gehaltene Begriff "Kaudruck" muß durch den Begriff "Kaukraft" ersetzt werden, da es sich um eine "physikalische Energieäußerung handelt, die durch ihre Größe und Richtung definiert werden kann" - UHLIG (102). So schlägt Uhlig vor, die potentielle Energie der Kaumuskulatur als die absolute Kaukraft von der meßbaren, wirklich geäußerten Kraft, die durch die Sensibilität der Wurzelhäute der betroffenen Zähne gesteuert wird, als der relativen Kaukraft zu trennen. Da es sich jedoch auch hier um einmalig aufgewendete Kieferschlußkräfte ohne Kauvorgang handelt, scheint die schon über 50 Jahre alte Einteilung nach WUSTROW (110) am sinnvollsten.

WUSTROW

UHLIG

- | | | |
|------------------------------|---|-------------------|
| a) Theoretisch mögl. Kraft | = | absolute Kaukraft |
| b) Praktisch mögl. Kraft | = | relative Kaukraft |
| c) Physiologisch mögl. Kraft | | |

- zu a) Unter diesem Begriff lassen sich die Untersuchungen und Berechnungen nach physiologischen Muskelquerschnitten einreihen, wie sie von Schuhmacher, Fick und Gysi durchgeführt wurden.
- zu b) Zu dieser Gruppe lassen sich die mit dem Gnathodynamometer erzielten Werte rechnen, aber auch die in jüngerer Zeit von Uhlig, Schreiber u.a. errechneten Meßwerte.
- zu c) Bereits 1921 hat SCHÖNWALD (89) festgestellt, daß bei nahezu geschlossenen Zahnreihen mehr als doppelt so hohe Meßergebnisse erzielt werden als bei geöffnetem Mund. Dies ist auch aus dem Grunde verständlich, da jeder Muskel, so auch die vier Kaumuskelpaare, seine stärkste

Kraft um die Ruhelage besitzt. Elektromyographische Untersuchungen zeigen, daß in der Ruheschwabelage, bei der der Abstand der Zahnreihen individuell 1-6 mm betragen kann, die geringste Kau-muskelaktivität vorliegt.

Die physiologisch notwendige Kraft, die aufgewendet werden muß, um Nahrungsstücke zu zerkleinern, ist um vieles kleiner als die in den beiden ersten Gruppen berechnete Kraft. Zu ihrer Berechnung müssen die Messungen so vorgenommen werden, daß die Zahnreihen miteinander in Berührung kommen und keine Behinderung in Okklusion und Artikulation durch die Meßelemente vorliegt. Die so ermittelten Werte von BECK (6) beim Kauen verschiedener Brotsorten liegen bei 1,2 - 5 kg, von EICHNER (23,24) werden sie mit einer durchschnittlichen Kaukraft von 2 kp, bei schwierig zu zerkleinernden Nahrungsmitteln (Speck) von nicht über 3,5 kp angegeben.

Wie aus den letztgenannten Werten ersichtlich, handelt es sich um relativ geringe Kräfte, die von allen Zahnersatzträgern erreicht werden können, ja auch von Totalprothesenträgern erreicht werden müssen. Um Zahnersatz verschiedener Konstruktion vergleichen zu können, ist es also notwendig, die nach Wustrow praktisch mögliche Kraft zu ermitteln.

II. MÖGLICHKEITEN DER PARODONTAL-GINGIVALEN LAGERUNG

Klasseneinteilung des Lückengebisses

Der amerikanische Prothetiker Cumber, zit. nach SINGER/SCHÖN (23), hat errechnet, daß es über 113 000 Variationen des Lückengebisses gibt. Viele Klassifizierungen wurden getroffen, wobei die von KENNEDY (47) die bekannteste und praktikabelste geworden ist. Er teilt das Lückengebiß in vier Hauptklassen ein, wobei immer die am weitesten distal gelegene Lücke die Zugehörigkeit zur Hauptklasse bestimmt.

- Kl.1: Zahnlücken beiderseits distal vom Restgebiß
(Doppeltes Freidend)
- Kl.2: Einseitige Lücke distal vom Restgebiß
(Einseitiges Freidend)
- Kl.3: Zahnlücken mesial und distal von Zähnen begrenzt
(Schaltlücken)
- Kl.4: Zahnlücke mesial vom Restgebiß

Im weiteren Verlauf wird ausschließlich von Kennedy-Klasse 1 u. 2 die Rede sein, vor allem die doppelte Freidentsituation ist recht häufig anzutreffen und bietet sich zur Blattimplantation an, mehr noch das einseitige Freidend.

Versorgung des Freidentsattels

Die Versorgung des Freidentsattels ist eines der alten Probleme der Prothetik: Zähne und zahnloser Kieferabschnitt müssen in die prothetische Konstruktion mit einbezogen werden, was der unterschiedlichen Resilienz wegen - schon mit bloßem Auge kann man die Eindrückbarkeit des Kieferteguments sehen, während man einen parodontal gesunden Zahn praktisch nicht in seine Alveole drücken kann - Schwierigkeit bereitet. KÖRBER (52) berechnet die Intrusion eines parodontal gesunden Zahnes mit durchschnittlich 20 Mikron ($1 = 1/1\,000\text{ mm}$) und stellt fest, daß die

Resilienz der Schleimhaut, die er mit 2 mm angibt, 100 mal größer ist, in Kieferkammmitte jedoch, wo hartes Tegument vorliegt, nur 10 mal größer.

Gelenkige Verbindung mit dem Restgebiß

Um diese Bewegungsdifferenz zwischen Zahn und Kamm auszugleichen, haben viele Prothetiker versucht, eine federnde oder gelenkige Verbindung einzuschalten. KENNEDY (47) gibt Klammerelemente als Schlösser und Kraftbrecher an.

Die Fortsetzung dieser Theorie waren die Gelenke von BEAT MÜLLER (85), STEIGER (85) und BIAGGI (8). Starre Verbindung wurde kaum erwogen, geschweige denn ausgeführt und noch 1964 steht im zahnärztlichen Lexikon von Hoffmann/Axthelm unter dem Stichwort "Freiendprothese": Eine "funktionelle Verbesserung" (ist zu erzielen) "durch federnde, möglichst sattelferne Abstützung sowie durch Gelenke und Gleitgelenke, d.h. bewegliche Befestigung des Sattelteils am Anker- teil."

Nach den großen Mißerfolgen dieser Methode - Absinken der Prothesen, beschleunigte Alveolarkammatrophy - haben sich innerhalb von wenigen Jahren die Ansichten gründlich geändert.

Starre Verbindung mit dem Restgebiß

SINGER/SCHÖN (85): "Die starre Verankerung hingegen schließt Prothese und Restgebiß zu einer biostatischen Einheit ohne irgendwelche Freiheitsgrade der Sättel zusammen und setzt die Vertikaltranslation des Sattels auf das biologische Ausmaß herab, welches gleich ist der Pufferung, i.e. der Resilienz der Parodontien des Restgebisses, nämlich 0,1 mm. Darüber hinaus wird innerhalb des starren Systems der Kau- druck, in welchem Punkte immer er ansetzt, sofort auf das gesamte System (Verankerung und Sättel) gleich- mäßig verteilt."

So fanden BRIEDE, KLÖTZLI, KÖRBER (11) an einem durch T-Geschiebe starr gelagerten Freiendsattel bei 5 kp Mittenbelastung des Sattels 0,15 mm Einsenkung, beim Ancorvis-Neodistalvis-Gelenk 0,35 mm und bei rein gingivaler Lagerung 0,4 mm, jeweils gemessen am

distalen Sattelende.

KÖRBER (52) erkennt, daß der Pfeilerzahn bei starr gelagertem Zahnersatz Kippdrehbewegungen ausführt, die nicht viel größer sind als die normale physiologische Zahnbeweglichkeit und um so geringer sind, je länger der Sattel ist und je derber die Schleimhaut im Bereich des Sattelendes ist.

CONOD (15) stellte bereits 1951 ähnliche Forderungen an die Gestaltung des Freiendsattels. Es gilt, daß Kauflächenbereich und Schleimhautauflage wie umgekehrt übereinanderliegende Dreiecke zu gestalten sind, d.h., daß der Kauflächenbereich nach distal von Zahn zu Zahn kleiner werden, nach Möglichkeit das distale Sattelende sogar zahelos bleiben, während der Prothesensattel nach distal immer breiter werden soll.

KÖRBER (52) beschreibt einen Fall wo nach längerer Tragezeit zwischen Pfeilerzahn und Restzahngruppe ein Spalt entstanden ist, ohne daß der Pfeilerzahn erhöhte Beweglichkeit gezeigt hätte. Auch röntgenologisch war der Befund unterschiedslos zu früheren Untersuchungen. Er sieht darin den Beweis, daß die im Laufe der Jahre unvermeidlich stattfindende Atrophie nicht zur Überbelastung des mit dem Sattel starr verbundenen Ankerzahns führt, der hier sogar mit einer "Anpassungswanderung" im Sinne einer funktionellen Anpassung reagiert hat. Welche Möglichkeit der starren Abstützung am Restgebiß steht uns zur Verfügung?

Klammerverbindung

Für das Verfahren der vermessenen Modellgußklammern steht uns mit dem NEY-System (83) eine nicht immer zufriedenstellende Therapiemöglichkeit zur Verfügung. Die drei wesentlichen Elemente dieser Klammerkonstruktion sind:

a) Okklusale Auflage (support)

Diese Auflage soll den Zahn vertikal im Sinne seiner Achse belasten.

b) Umfassung und Absteifung (bracing)

Sie liegt starr und unelastisch oberhalb des Äquators.

c) Retention (retention)

Für die Retention am Zahn sorgen die in den unterhalb des Zahnäquators (in die unter-sich-gehenden Stellen) liegenden elastischen Klammeranteile.

Die Grenzen dieses Klammersystems:

Während dieses System bei Schaltprothesen (Kennedy-Klasse 3,4) durchaus brauchbare Ergebnisse zeigt, werden doch bei Freidendprothesen (Kennedy-Klasse 1,2) ihre Grenzen deutlich, da Pfeilerzähne durch distal gerichtete Zugwirkung des Freidend-sattels gelockert werden können.

Die Klammern umfassen den Zahn niemals so körperhaft, wie dies bei teleskopierenden Verbindungen der Fall ist.

Durch Klammern entstehen zusätzliche Retentionsnischen, die durch Speisereste und Plaquebildung dem marginalen Infekt Vorschub leisten. Die bei uns im Unterkiefer häufig verwendete fortlaufende Klammer, die in den USA schon völlig ausgeschaltet ist, ist keine Klammer, sondern ein Kipp-Meider, der die Zähne einseitig belastet und damit wie ein kieferorthopädischer Apparat wirkt.

Die Wirkung der Klammer ist abhängig von Form und Stellung der Zähne, ungünstig bei Schneide- und Eckzähnen sowie bei kurzen Molaren, die kaum unter-sich-gehende Stellen aufweisen.

Das Aktivieren der Klammern ist schwer dosierbar. Durch das Nachspannen kann eine geänderte Lagebeziehung des dental-gingival gelagerten Ersatzes eintreten. Veränderte Okklusionsbeziehung und Druckstellen können die Folge sein.

Im sichtbaren Bereich aus ästhetischen Gründen kaum anwendbar. Klammern erzeugen an der Berührungsfläche mit dem Zahn durch Scheuern, mechanische Abnutzung neue Prädeliktionsstellen für Karies.

Gerade wegen der hohen Kariesfrequenz (80-100% der europäischen Bevölkerung) besteht die Forderung, Pfeilerzähne zu überkronen, um sie nicht noch mehr zu schädigen. Eine Anwendung an ungeschützten Zähnen ließe sich nach strenger Indikation nur im Altersgebiß tolerieren oder als Immediat-Versorgung. Wenn nun schon das Postulat besteht, Pfeilerzähne zu überkronen, ist es naheliegend, in diesen Kronen (intrakoronar) oder außerhalb dieser Kronen (extrakoronar)

Vorrichtungen anzubringen, mit denen der gingival gelagerte Ersatz mit den Restzähnen verbunden werden kann.

Präzisionsgeschiebeverbindungen

Bei diesen Präzisionsgeschieben handelt es sich um industriell vorgefertigte Hilfsteile, die intra-oder extrakoronar angebracht werden und nicht sichtbar sind. Sie werden als Geschiebe, Anker, Schnapper, Schlösser, Gelenke, Stress-Breaker, Scharniere, Riegel bezeichnet. Neben diesem ästhetischen Vorteil ist festzustellen, daß diese Verbindungselemente den gingival gelagerten Zahnersatz starrer an das Restgebiß binden als das bei den Modellgußklammern der Fall ist und damit besser die Forderung erfüllen, nur vertikale Kräfte auf den Pfeilerzahn zu übertragen. Außerdem liegt für das Einsetzen und das Abnehmen der Geschiebeprothesen eine eindeutig festgelegte Richtung vor und die Aktivierung locker sitzender Geschiebe kann nach präzisen Methoden erfolgen. Eine fast komplette Zusammenstellung dieser konfektionierten Hilfsteile gibt SPANG (85).

Von STEIGER/BOITEL (96) werden die historischen Formen der Geschiebe und Präzisionsstege aufgeführt, ihre Vor- und Nachteile charakterisiert. Diesen vorgefertigten "Precision-Attachements" stellt Steiger sein individuell gefrästes Geschiebe, das intrakoronale CSP-Attachement (channel-shoulder-pin-Attachement = Rillen - Schulter - Stift - Geschiebe) gegenüber, eine elementare Arbeit in der Geschiebetechnik.

Individuell gefräste Geschiebe

Hierbei lassen sich vier Gruppen unterscheiden:

1. Stegkonstruktionen
2. Zylinderteleskopkronen
3. Konuskronen
4. RSS - Geschiebe (Rillen-Schulter-Stift-Geschiebe)

1. Stegkonstruktionen

Über die Behandlungsmöglichkeit mit konfektionierten und individuell gefrästen Stegen, auch in Verbindung mit RSS - Geschieben, Wurzelkappen, Friktionsstiften u.ä. soll hier nicht eingegangen werden. Ihre Hauptrepräsentanten BOITEL (10), WIEZ (108), LUDER (109)

haben ihre erfolgreiche Anwendung auch bei schwierigen Restzahngruppierungen längst bewiesen.

2. Zylinderteleskopkronen

Schon 1898 von Waters - zit. nach BÖTTGER (10) - und später von PEESO (74) und GOSLEE (33) wurde ein System von ineinandergreifenden Hülsenkronen angegeben, ein Verfahren, das zu damaliger Zeit (1924) als bestes prothetisches Verankerungselement galt und in seiner Form auch heute noch angewendet wird. BÖTTGER (10) beschreibt das Merkmal dieser Krone, "daß über eine innere, parallelwandige, glattpolierte Krone eine anatomisch korrekt geformte äußere Krone teleskopartig aufgeschoben wird."

Nach SINGER/SCHÖN (83) ist das Teleskop ein Geschiebe, das drei Funktionen hat: Führung, Aufruhe, Retention, wobei die Retention, wenn die Friktion nachgelassen hat, nur schwerlich wiederherzustellen ist, so daß der Einbau der Pressomatik (eines Schnappsystems) nach ROMAGNOLI (80) empfohlen wird.

Wie auch für die später zu besprechenden Doppelkonstruktionen gelten für die Innenkrone, die fest zementiert wird, Begriffe wie Primäranker (-teil), mütterlicher Teil, Matrize - für die herausnehmbare, mit dem Zahnersatz verbundene Außenkrone entsprechende: Sekundäranker (-teil), väterlicher Teil, Patrize.

Die Ansicht, mit dem Zylinderteleskopsystem die optimale Behandlungsmethode gefunden zu haben, mußte nach den Arbeiten von STEIGER/BOITEL (96) und nicht zuletzt auf Grund der umfangreichen Untersuchungen von KÖRBER (52) revidiert werden.

3. Konuskronen

Im Modellversuch mit Prüfkörperserien von Zylinder- und Konuspässungen zeigte KÖRBER (52) eindrucksvoll den Klemm- und Verkanteffekt der Zylinderpässungen, während die Koni ihre Passung selbst finden. Körber berechnet die Haftkraft als Funktion des Konuswinkels und findet bei einem Winkel von 6° - 7° eine Haftkraft von ca. 500 p für den Einzelzahn, während bei einem Winkel von 1° , d.h. fast parallelwandig, Abzugskräfte bis zu 8 kp herrschen. Wenn man bedenkt, daß bereits kleine Kräfte

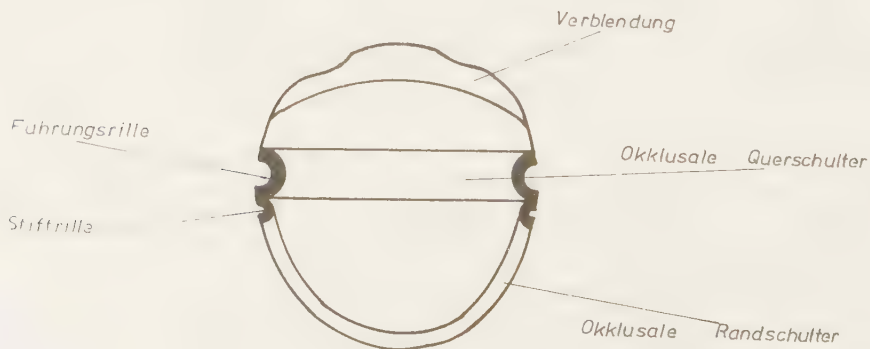
von 10-50 p, wie es ESCHLER (25) beschreibt, als Dauerkräfte aufgebracht, zu Gewebsschäden führen, muß der bei der Zylinderteleskopkrone gefundene Wert zum prothetischen Makrotrauma führen, da es unmöglich ist, die Matrizenpfeiler beim Wegziehen der Patrizienkronen durch Gegendruck zu schonen.

Es können also je nach Konuswinkel definierte Haftkräfte berechnet werden, wobei von der zahntechnischen Seite her eine Streuung hinsichtlich der Guß- und Herstellungsgenauigkeit besteht. Dennoch kann dem Konuskronensystem hohe Haftkraft während der Funktion und eine beim Herausnehmen des Zahnersatzes begrenzte Haftkraft zugestanden werden. Diese Erkenntnis zeigt uns, daß hier eine wertvolle Therapiemöglichkeit des Lückengebisses und des parodontalgeschädigten Gebisses gegeben ist.

4. RSS - Geschiebe

Während den Konuskronen eine definierte Haftkraft zuerkannt wird, hält das RSS - Geschiebe durch Reibung seiner ineinander gleitenden Teile = Friktion.

Um seine Einführung in Deutschland und die Weiterentwicklung haben sich vor allem BÖTTGER (9) und dessen Zahntechnikermeister Gründer verdient gemacht. Klassische Form des RSS - Geschiebes nach Böttger (Graph. Darst. Nr. 2)



Graph. Darst. Nr. 2
RSS-Geschiebe nach BÖTTGER (9)

Es handelt sich hier um palatinal bzw. lingual und damit im unsichtbaren Bereich bleibende Fräsungen an der Primärkrone, über die dann der sekundäre Anteil geschoben wird, der seinen Halt durch Friktion findet.

Führung	=	Rille
Aufruhe	=	Schulter
Retention	=	Stift

Die Friktion ist abhängig von der Größe der in Länge und Breite haftend gleitenden Flächen und von der Präzision, der absoluten Kongruenz von Patrizie und Matrizie. Gründler hat eine Vereinfachung in der Herstellung des RSS - Geschiebes angegeben, in dem er vorgefertigte, aus angußfähiger Legierung (Permador) bestehende Schienen und Stifte verwendet.

Die wichtigste Erweiterung und Modifikation des RSS - Geschiebes ist GAERNY (31) gelungen, der durch starke interdental Fräsungen einen Verschluß des Interdentalraums durch die Patrizie erreicht und dadurch parodontal saubere Verhältnisse schafft. Außerdem verzichtet er "ganz auf eine Stufen-Schulter und freie Federstiftchen. Die Aufgabe der Schulter übernimmt die zirkuläre okklusale Abschrägung mit einem Querschnitt, der dem Aufleger einer gegossenen Klammer entspricht. Die nur noch wenigen, an exponierten Stellen angebrachten Hilfsstiftchen versenken wir in der Wand der Patrizie".

Diese Form bezeichnet Gaerny als Röhren-Rillengeschiebe. Seine Konstruktionen und Darstellungen beeindrucken durch technische Brillanz, die Langzeiterfolge bei der Wiederherstellung gesunder parodontaler Verhältnisse durch den abnehmbaren I.R.V. (Interdentalraumverschluß) sind beispielhaft. Dennoch ist zu sagen, daß es sich oft um "Überkonstruktionen" handelt, und es ist zu überlegen, ob sich nicht die selben Ergebnisse mit Anwendung etwas einfacherer Mittel auch erzielen lassen.

Wir bevorzugen breite okklusale Fräsungen ab dem ersten Prämolaren, wenn möglich auch noch am Eckzahn, d.h. einen starren okklusalen Balken, der durch seine Ausdehnung zusätzliche Friktion schafft und die Bemühungen um starre Übertragung von rein vertikal auf die Restzahngruppe wirkenden Kräften unterstützt. (Darstellung siehe Foto Nr. 1+2). Durch die starken interdentalen Fräsungen wird analog der Gaernyschen Ideen ein Verschluß des Interdentalraums durch die Patrizie erreicht.



Foto Nr. 2

Palatinale Ansicht des BSC - 8 - 111

Diskussion der bevorzugten Verbindungselemente RSS und Konus

Beide Versorgungsmöglichkeiten sind ohne Zweifel den Zylinderteleskopen, "Precision Attachements" u.a. überlegen und können als die besten "Geschiebe" unserer Zeit bezeichnet werden, zumal sie in vorbildlicher Weise den Gesetzen der Parodontologie gehorchen. Konuskronen erfordern bei der Präparation sehr viel Substanzverlust des Kronenzahnes, da dieser u.U. drei Schichten zu tragen hat, nämlich Innenkonus, Außenkrone und Verblendung, während die Präparation für RSS - Geschiebe ähnlichen Substanzverlust wie für eine Verblendkrone erfordert. Diese Tatsache bevorzugt die RSS - Krone vor allem im Frontzahngebiet. Da ihre Fräsungen im unsichtbaren Gebiet bleiben, genügt sie höchsten ästhetischen Ansprüchen, während die Konuskrone, wenn die Präparation zu zaghaft ist, hier oft plump wirkt und schon bei geringer Retraktion der Gingiva ein cervikaler Goldrand zu erkennen ist.

III. IMPLANTATVERANKERTER ZAHNERSATZ

Bei den zahnärztlichen "Einpflanzungen" muß man unterscheiden zwischen drei verschiedenen Gruppen:

1. Replantate
2. Transplantate
3. Implantate

1. Replantate

Diese Therapiemöglichkeit soll hier nicht ausführlich behandelt werden, da sie im weiteren Verlauf der Arbeit keine Berücksichtigung mehr findet. Es sei nur bemerkt, daß die biologischen Vorgänge bei der Replantation durch die grundlegenden Arbeiten von HAMMER (36,37) und AXHAUSEN (51) geklärt wurden, auch wenn HEISS (41) und SCHÖN (88) ihrer Auffassung von der Theorie der Erhaltung der Wurzelhaut widersprechen.

2. Transplantate

Bei der Zahntransplantation sind die Autotransplantation (innerhalb der Kiefer eines Patienten), die Homotransplantation (Verpflanzung eines Zahnes von einem Patienten zum anderen) und die Heterotransplantation (Transplantat wird Tier entnommen) zu unterscheiden. STEUDEL (98) berichtet, daß über Erfolgsaussichten dieser vorwiegend in Frankreich ausgeübten Methode wenig bekannt ist.

3. Implantate

Geschlossene Implantate

Transfixation

Die endodontische Stabilisation wird von ORLAY (71,72) angegeben als die "Methode der Wahl bei fortgeschrittenem parodontalem Knochenschwund", bei Reimplantation von retinierten Zähnen und zur Erhaltung letzter Restzähne. Nach Durchführung der Wurzelbehandlung und Erweiterung mit Kanalerweiterern Nr. 12-15 wird über das Foramen hinaus ein Knochenstollen gebohrt, in den schließlich ein Stabilisierungsstift- Orlay gibt vier verschiedene Stärken an - durch den wurzelbehandelten Zahn hindurch definitiv mit Kri 1 - Paste und / oder Ledermix eingesetzt wird.

Auch WIRZ (108) bedient sich dieser Methode bei noch zwei bis drei verbliebenen UK-Frontzähnen und berichtet über gute Erfolge bei 54 Patienten mit 10-14-jähriger Tragezeit nach Stegverblockung. Zuletzt geben WEISS/JUDY (106) eine neue, verbesserte Technik an, in dem sie ihre genormten mit Profilrillen versehenen Stabilisatoren den bisher gebräuchlichen Endostabilisatoren gegenüberstellen.

Transdentale Fixation

Ein ähnliches Verfahren liegt der transdentalen Fixation zu Grunde, wobei der Anwendungsbereich auch für Zähne mit apikalen Veränderungen gilt. Sie beinhaltet eine Wurzelspitzenresektion, nach der der Implantat-Schraubstift unter direkter Sicht - günstig für die Bestimmung der Achsenrichtung - in den Knochen vorgetrieben werden kann. Ein Verfahren mit genormten Behandlungselementen wird von PRUIN (75) vorgestellt. Auch bei der 1960 von STAEGEMANN (94) als Stiftverbolzung von Zähnen beschriebenen Methode handelt es sich um eine transdentale Fixation.

Wie bei allen in der Humanmedizin vorgenommenen geschlossenen Implantaten (Schrauben bzw. Platten bei Frakturen, künstliche Gelenke u.a.) muß auch die Prognose bei den geschlossenen zahnärztlichen Implantaten als günstig beurteilt werden.

Offene Implantate

Neue Aspekte ergeben sich jedoch, wenn das Implantat über seine Pfeiler mit der unsterilen Mundhöhle in Berührung kommt. Man unterscheidet hier 3 verschiedene Formen der Befestigung im Gewebe: Submukös - Subperiostal - Enossal

SUBMUKÖS

Dieses Verfahren besteht darin, in der Mukosa Schlingen oder zumeist Druckknöpfe zu vernähen, die jedoch, da sie nirgends mit festem Alveolar-knochen verbunden sind, meist nicht den Zahnersatz schmerzfrei fixieren können.

Angegeben wurde dieses Vorgehen von MÜLLER (64), DAHL (17) berichtet seit 1943 darüber.

Daß sie auch in jüngerer Zeit wieder erwähnt werden, bleibt unverständlich. So befürwortet WEISS (104) eine "zeitweilige (Anfangs-) Befestigung mit Scialom-Nadeln, damit sich der Patient nicht die Prothese und damit die Druckknöpfe herausreißt" (!)

1975 behaupten WEISS/JUDY(105), daß es mit den "Intramucosal Inserts" keine Unterfütterungen mehr gäbe.

SUBPERIOSTAL

Historik

Bis in prähistorische Zeit zurück läßt sich der Wunsch der Menschheit verfolgen, verlorengegangene Zähne dadurch zu ersetzen, daß man die leere Alveole mit einem Stein oder einer knochenähnlichen Substanz füllte. So war die Idee MÜLLERS (64) im Jahre 1937 revolutionierend, ein neuer Zweig der Zahnmedizin entstand, der sich vor allem mit der Versorgung des zahnlosen Unterkiefers beschäftigte:

Die subperiostale Implantologie

Müllers Doktorand KUIETHAN (56) hatte anfangs der 30er Jahre die Körperverträglichkeit verschiedener Implantationsmaterialien im Tierversuch geprüft und war zu folgendem Ergebnis gekommen:

"Subkutan eingelagerte, gefensterte Porzellankörper heilten stets reaktionslos ein und wurden schon nach kurzer Zeit von einer straffen, aus parallel angeordneten Fasern bestehenden Bindegewebskapsel eingeschlossen. Durch die angebrachten Fenster waren Bindegewebszapfen gewuchert und hatten so das Implantat unverrückbar fixiert".

Von zwölf Implantationsversuchen waren sechs erfolgreich.

Nach weiteren Untersuchungen seiner Mitarbeiter IMMENKAMP (44) und der HNO - Ärzte Issel und Knapp, die Porzellankörper zur plastischen Korrektur der Sattelnase verwendeten, wagte Müller die ersten Implantationen:

"Zwei Möglichkeiten für die Verwendung in der Prothetik kommen in Frage:

1. Subperiostale, resp. subkutane Implantation auf dem Alveolarkamm
2. Enostale, resp. enostal-subperiostale Implantation zum Ersatz einzelner Zähne als Hilfspfeiler bei Brücken

Enostal und subperiostal wurden bereits am Hund und am Patienten gefensterte, mit Porzellan umbrannte Platinnetze implantiert. Über die Resultate dieser Versuche hoffe ich in absehbarer Zeit berichten zu können."

Diese Idee wurde von DAHL (16), der 1937 in den Krupp-Labors in Essen arbeitete, aufgenommen. Über seine 1940 begonnenen Implantat-Arbeiten berichtete er 1943 zum ersten Mal. In Amerika waren GERSHKOFF/GOLDBERG (32) als Pioniere dieser Methode tätig. Es ist ungewiß, ob sie die Arbeiten von Müller und Dahl kannten. Als Implantationsmaterial verwendeten sie ebenso wie Dahl Vitallium, eine amerikanische Kobalt-Chrom-Molybdän-Legierung.

Die Operationsmethode war dieselbe: Auf einem entsprechend der Schleimhautdicke radiertem Gipsmodell wurde das Metallgerüst hergestellt und in einer Sitzung unter Lokalanästhesie nach durchgehendem Schnitt auf der Alveolarkammmitte implantiert.

Außerdem wurde von Gershkoff/Goldberg ein Hilfsgerät zur Messung der Schleimhautdicke angegeben.

Von KILLEBREW (48) wird eine durchsichtige, der Schleimhaut anliegende Basisplatte empfohlen, die mit Löchern und einer Meßsonde versehen ist. Durch die anästhesierte Schleimhaut hindurch soll mit dieser Meßsonde die Dicke der Schleimhaut gemessen und auf das Modell übertragen werden.

Die Forderung von OGUS (69) nach einer direkten Abdrucknahme vom Kieferknochen, die zwar den Patienten mehr belastet, aber dafür exakt passende Metallgerüste liefert, wird von der Fachwelt sofort akzeptiert und nachgeahmt. Sein Verfahren der Gerüsteinpflanzung 3-6 Wochen nach dem Abdruck kann als z w e i - z e i - t i g e s Implantationsverfahren gelten.

Das z w e i p h a s i g e Implantationsverfahren an einem Tag, das MARZIANI (62) anwendet, findet bis auf den heutigen Tag Verwendung: Nach Inzision, Abheben des Schleimhaut-Periost-Lappens und Abdrucknahme mit Kerr-Kompositionsmasse bzw. Alginat wird ein Gipsmodell erstellt, auf dem fabrikfertiges Tantalblech von 0,5 mm Stärke unter einer Presse in die erforderliche Form gebracht wird. Für diese technischen Arbeiten sind nur 1 1/2 - 2 Stunden nötig, sodaß das Gerüst anschließend sterilisiert und implantiert werden kann. Da das Tantalblech Marzianis wegen seiner kleinmaschigen Vernetzung, durch die Sprossung, Einscheidung und Organisation durch das Periost nicht so leicht vorstellbar war wie bei den weitmaschig angeordneten Chrom-Kobalt-Molybdän-Gerüsten, wenig Aufnahme fand, wurde in der Implantologie auf dieses Material weitgehend verzichtet, nachdem man feststellte, daß dieses Verfahren mit Modellgußskeletten auch an einem Tag durchzuführen war: Frühmorgens Operation und Abdrucknahme, abends Einsetzen des Implantats. Eine Beschreibung dieses Operationsverfahrens mit genauer Zeitfestlegung findet sich gerade in jüngster Zeit wieder bei STEINER/SCHMIDINGER (97).

Ein interessantes, von den meisten Implantologen jedoch abgelehntes Verfahren nach DÓRA (20) soll nicht unerwähnt bleiben. Es handelt sich dabei um ein einzeitiges Implantationsverfahren, das er 1956 zum ersten Mal beschreibt. Nach einem Knochenabdruck mit Alginat wird ein besonders hartes Modell aus "Melotte-Metall" hergestellt, auf das ein nach einem anatomischen Abdruck, der an dreiBig Punkten (Lokalanästhesie) die Dicke der Weichteilschicht berücksichtigt, hergestelltes Vitallium-Gerüst durch Hämmern und Biegen in 40-60 Minuten adaptiert wird.

1957 (21) berichtet der Autor wieder über ein verbessertes, technisiertes Verfahren. Er erweitert es dahingehend, daß für die genaue Adaption des Implantats, die vorher durch Anbiegen und Hämmern erreicht werden sollte, eine Preßmaschine konstruiert wurde, die "Dóra-Gyarmathysche Preß- und Vulkanisiermaschine". 1970 (22) teilt Dóra 15jährige Erfahrungen mit seiner Methode mit, wobei er zusätzlich ein neues Verfahren der einzeitigen Metallgerüsteinpflanzung mit gleichzeitiger Zahnextraktion angibt.

Das sich der Frage- und zweiphasigen Methode bedienende Verfahren nach FLORES (26) wurde seiner Umständlichkeit und Kompliziertheit wegen von der Fachwelt nicht weiter verfolgt.

Ein weiteres Verfahren, um den Halt der Unterkieferprothese zu verbessern, gibt erstmals 1956 BEHRMAN/EGAN (7) an: Die Implantation von Magneten. 1960

berichtet auch GABKA (30) über solche Versuche, die er aber wieder aufgibt, da das Korrosionsverhalten der Magnetimplantate unsicher ist und die Magnetkräfte bei entsprechender Feldstärke so stark sind, daß es zu Schleimhautnekrosen kommt.

KOMARI (53) beschreibt ein Verfahren, das es gestattet, das Absinken des Metallgerüsts zu kompensieren, indem er den Zapfen mit einer Schraubvorrichtung versieht, die es ihm erlaubt, "den Zahnreihenschluß des Brückenkörpers trotz einer Senkung des Metallgerüsts" wieder herbeizuführen.

Als Methode der Wahl darf die von OBWEGESER (68) beschriebene Operationsmethode gelten:

I. Anamnese

- 1) Ausschuß endogener Kontraindikation (Störungen des hämatopoetischen Apparates, Ca, TBC u.a.) und lokaler Kontraindikation (Wurzelreste, Zysten u.a.).
- 2) Röntgenübersichtsaufnahme

II. Vorbereitende Maßnahmen

- 1) Herstellung eines individuellen Knochenabdruckklöfzels mit Aussparung der Mentalisaustrittsstellen (nach extendiertem Kerr-Situationsabdruck)

- 2) Aufstellung der Prothese in Wachs (Festlegung der günstigsten Pfeilerlokalisation)

III. Operation: Bei Obwegeser **z w e i z e i t i g**, besser:
z w e i p h a s i g an einem Tag

- 1) Sedierung und Antibiotikaschutz
- 2) Leitungsanästhesie oder Allgemeinnarkose
- 3) Schnittführung auf dem Alveolarkamm (bessere Blutleere als bei Schnitt in Umschlagfalte, Schonung der Mentalisaustrittsstelle)
- 4) Abdruck mit gummielastischer Masse
- 5) Provisorischer Nahtverschluß

IV. Herstellung des Metallgerüstes im Labor

- 1) Prüfung des Rohgerüstes auf Lunkerfreiheit (röntgenologisch)
- 2) Elektrolytische Glänzung (keine Politur, da durch sie die Oberfläche zu glatt wird, wodurch das Bindegewebe Angriffsflächen verliert)
- 3) Sterilisation

V. Einsetzen des Gerüstes und Nahtverschluß

Vor diesen Implantationen aber standen Fragen, deren endgültige Lösung auch heute nicht gesichert ist.

Reaktion des Gewebes auf das Implantationsmaterial:

Die für die subperiostalen Gerüste zumeist verwendeten Chrom-Kobalt-Molybdän-Legierungen wurden von SCHWINDLING (93) in seiner grundlegenden Arbeit auf ihr physikalisch-chemisches Verhalten getestet: Die Potentialdifferenz zwischen Gewebsflüssigkeit mit pH 7,3 und dem Speichel mit pH 6,7 sind gering und haben als Elektrolyte nur einen geringen Einfluß auf das Potential der Legierungen.

"Ein sandgestrahltes, jedoch im Anschluß daran mit konzentrierter Salpetersäure behandeltes Implantatgerüst mit mechanisch hochglanzpolierten Gerüstpfeilern wird nach den Potentialmessungsergebnissen im Modellversuch als die geeignetste Methode der Oberflächenbehandlung des Gerüstes angesehen."

Diese in vitro gefundenen Ergebnisse konnten auch am Patienten mit etwas größerer Streuung bestätigt

"Das festgestellte hohe Potential der Chrom-Kobalt-Molybdän-Legierung läßt auf hohe Korrosionsbeständigkeit schließen."

Das Verhalten des Lagergewebes gegenüber dem implantierten Gerüst wurde in Tierversuchen und am Menschen von vielen Autoren eingehend untersucht.

HAMMER (38), der wohl als erster nach dem Kriege in Deutschland mit der subperiostalen Implantologie Erfahrungen sammelte, schreibt:

"Straffes, ruhendes Bindegewebe hüllt das Implantat ein. Chronisch-entzündliche Veränderungen, die über den Rahmen einer postoperativ bedingten geringfügigen Vermehrung kleinzelliger Entzündungselemente (latente Infektion) hinausgehen, sind nicht nachweisbar.

Vereinzeltes Auftreten von Riesenzellen ist festzustellen. Unter dem Implantat sind keine Knochenabbauerscheinungen vorhanden. Das Knochenlager ist gegen das straffe, ruhende Bindegewebe durch eine glatte, kortikale Schicht abgegrenzt."

Diese Befunde wurden von SCHWINDLING (93), KALLENBERGER/MAEGLIN (45), HOPPE (42) u.a. bestätigt.

Biologische Problematik des Pfeilerdurchtritts

Die wichtigste Frage, das Verhalten des Gewebes um die Gerüstpfeiler, der Durchtrittsstelle in die Mundhöhle wurde von HOPPE (42) in Deutschland ausführlich behandelt:

Es wurden zwei Hunden je drei Gerüste aus Metall und Acrylharz eingepflanzt und nach sechswöchiger Liegedauer in die Taschen an den Pfeilern Chinatusche und Trypanblau injiziert. Über die nach HE- und Goldner-Färbung angefertigten Schnitte berichtet Hoppe:

"Das Mund-Schleimhautepithel lagert sich seinem Aufbau entsprechend an, um dann am Pfeiler entlang etwa bis zu 2 mm Tiefe nach Art eines inneren Saumepithels am Fremdmaterial anzusetzen. Für das Bestehen einer echten Kutikula, wie sie von Weinmann, Herschfuß und Maeglin angenommen wird, konnten wir bei unseren Präparaten keinen Anhaltspunkt finden."

Waerhaug erklärt die Abdichtung durch den Turgor des umgebenden Bindegewebes und den Druck auf die Epithelmanschette, während Harndt von einer gummi-strumpfartigen Anlagerung spricht (zit. nach Hoppe). Neuere, zusammen mit REES (76) und GROMANN (35) durchgeführte Tests mit Radioisotopen, ³⁵S-markierten Mykobakterien und Staphylokokken bestätigen die Vorstellung von der Schrankenfunktion des Epithelansatzes.

Auch FRITZ (29) berichtet über nur geringe, chronisch-reaktive Entzündung an der Pfeilerdurchtrittsstelle bei seinen Schraubenimplantaten mit langjähriger Liegedauer.

Die für die Pfeiler an subperiostalen Gerüsten geltenden Erfahrungen dürfen natürlich auch auf die Pfeilerverhältnisse bei enossaler Implantation übertragen werden.

Metallose, Krebsgefahr

1942 wurden von Schinz und Uehlinger (zit. nach Schwindling) bei Kaninchen nach intraossärer Applikation von reinem Chrom, Arsen, Kobalt nach 4-7jähriger Verweildauer maligne Tumoren fern vom Applikationsort (Lunge, Leber, Niere) entdeckt. Die Verwirrung um die neuentstandene Operationstechnik der subperiostalen Gerüste und die heftige Ablehnung waren in diesen Jahren so stark, daß Dahl gezwungen wurde, ein reaktionslos "eing geheiltes" Implantat wieder zu entfernen. Zit. nach REICHENBACH (78).

Der einzige in der Literatur bisher bekannte Fall wird 1956 von Mc Dougall - zit. nach SCHWINDLING (93) - angegeben: Neben einer mit vier Schrauben befestigten Schienungsplatte trat am rechten Humerus nach 25jähriger symptomloser Implantation ein Ewing-Sarkom auf. Fünf Jahre vorher war der selbe Arm nach einer durch Sturz bedingten Fraktur entlang einer Fixationsschraube unter Belassung der alten Allenthese geschient worden. Der Patient, der eine Armamputation ablehnte, starb später an Lungenmetastasen.

Die Untersuchung ergab, daß es sich bei den Materialien um zwei verschiedene Legierungen handelte, nämlich um Chrom-Nickel-Stahl vom V2A-Typ und Chrom-Eisen-Stahl. Platte wie Schrauben waren an der Oberfläche stark korrodiert.

NOTHDURFT (66,67), der mit Sarkomauslösung an Ratten und Mäusen experimentiert, hat in größerem Maße bei glatten Körpern Krebs auslösen können als bei perforierten Blechen und führt dieses Ergebnis darauf zurück, daß bei den glatten Körpern keine Retention bzw. Ruhigstellung im Gewebe möglich war.

SCHLEGEL (86) bemerkt dazu, daß die bei der Sarkomauslösung der Ratte gefundene Zeitspanne beim Menschen einer Liegezeit von 25-50 Jahren entspricht.

Indikation

Implantate sind auch heute noch einer leidenschaftlichen Diskussion unterworfen, von euphorischer Bejaung bis zur absoluten Verdammung reichend.

In Europa wurden die Indikationsgrenzen schon immer enger gezogen als in Amerika:

HAMMER (39) nennt die subperiostale Gerüstimplantation gerechtfertigt, wenn bei vorzeitiger oder seniler Atrophie kein ausreichender Halt für eine Prothese vorhanden ist und das Prothesenlager durch präprothetische-chirurgische Maßnahmen (Vestibulumplastik, Alveolarkammplastik, Traunersche Mundbodenplastik) nicht verbesserungsfähig ist. Er gibt die Zahl dieser Patienten mit 2% an und weist darauf hin, daß auch psychische Labilität den Anstoß zur Implantation geben kann.

REICHENBACH (77) stimmt mit Hammer überein, erweitert den Indikationsbereich auf zahnlose Gaumenspalatsträger und auf Patienten, die aus beruflichen Gründen (Blasmusiker und Glasbläser) auf gutsitzenden Ersatz angewiesen sind.

Für GERSHKOFF/GOLDBERG (32) stellen auch abnorme anatomische Verhältnisse die Indikation: Schlotterkamm, hohe Muskelansätze u.ä.

Einig sind sich die beiden amerikanischen Autoren mit MARZIANI (62): Ausdrücklicher Wunsch des Patienten zur Implantatversorgung und damit Indikationsstellung von seiten des Patienten.

Folgende Kontraindikationen wurden von SCHLEGEL (86) für Implantate im Kieferbereich aufgestellt und können sowohl für subperiostale wie auch endossale Implantate gelten.

Kontraindikationen:

	endossal
lokal: unsanierter Mund	koronal
	parodontal
schlechter Hygiene-Index	
Artikulationsstörungen	
orale Dysproportionalitäten	
	nach Rö-Therapie
vorgeschädigter Knochen	
	nach Osteomyelitis
	Knochen
allgemein: Systemkrankheiten	Hämatopoese
	Endokrinium
Stoffwechselkrankheiten	
Allergie	
Rheuma (Kollagen-Krh.)	

Prognose

Nach KRAFT (55) kann eine Implantation als erfolgreich beurteilt werden, "wenn es mit diesen chirurgisch-prothetischen Mitteln gelingt, eine ausreichende Kau-tätigkeit und sicheres Sprechen zu ermöglichen, auch dann, wenn dieses Behandlungsergebnis nur für eine beschränkte Zeit von wenigen Jahren erreicht

LEW (58) versucht die Erfolgskriterien so zu beurteilen, daß ein Implantat fünf Jahre im Mund verbleiben, saubere Parodontologische Verhältnisse um den Pfeiler haben, unter Beibehaltung der Vertikaldimension liegen und röntgenologisch ohne Zeichen der Knochendestruktion bleiben soll. Histologisch sei ein Erfolg dann zu sehen, wenn lediglich normale lymphozytäre Infiltration in der Pfeilerumgebung festzustellen ist. Solche Erfolgskriterien sind in der amerikanischen Literatur nur selten anzutreffen. Als besonders gravierend sei hier der von Lewis - zit. nach SCHMIDT (87) - als erfolgreich bezeichnete Fall eines zehn Jahre getragenen Implantats angeführt:

Das bei dem Patienten angefertigte subperiostale Gerüst mußte wegen zu starker Knochenresorption wieder entfernt werden. Was geschah dann? Der Behandler implantierte sofort wieder ein neues Gerüst (!) und bezeichnet die Gesamtsituation trotz dieser Cäsur als erfolgreich, auch wenn nach 10jähriger Implantation der Unterkieferknochen röntgenologisch nur noch Bleistiftstärke aufweist. "Soll so lange implantiert werden, bis nicht mehr von der Mandibel vorhanden ist" - SCHMIDT (87).

ENOSSAL

Historik

In Copan (Honduras) wurde in prähistorischer Zeit bereits implantiert. Andrews - zit. nach SCHWINDLING (93) - berichtet darüber:

"Das interessanteste Stück der ganzen Sammlung ist ein Schneidezahn, hergestellt aus einer Art feinen dunklen Gesteins, welcher zugleich mit einigen eingelegten Steinen aufgefunden wurde; er stak in der Alveole des linken unteren seitlichen Schneidezahnes, wo er die ganze Zeit gehalten hatte, ohne durch irgendwelche Bänder oder Klammern befestigt zu sein. Daß er auch dem Gebrauch lange Jahre ausgesetzt war, beweist die Ablagerung von Zahnstein auf ihm; von der Farbe abgesehen, entspricht er aufs Genaueste einem seitlichen Schneidezahn, selbst in den Wurzelpartien. Man darf wohl annehmen, daß dies der älteste implantierte Zahn ist."

Die enossale Implantationsmethode wird in Europa 1746 von Fauchard in "Le Chirurgien Dentiste", von Berndt 1769 und von Magiolo 1809 erwähnt. Ende des letzten Jahrhunderts grassiert im angloamerikanischen Schrifttum bereits eine Implantationswelle. SCHWIND - LING (93) nennt Younger, Derry, Edwards u.a.

In Europa sind es der Moskauer Dozent Znamensky und Hillischer im Jahre 1891 - zit. nach ARNAUDOW (4) -, die sich dieser Methode annehmen. Znamensky benützt Porzellanzähne, die an den Wurzeln Vertiefungen aufweisen, die das Einsprossen von Granulationsgewebe erleichtern. Zu dem selben Zweck durchlöchert er Kautschukimplantatzähne, die er auch im tierexperimentellen Versuch mit günstigem Ergebnis verwendet. Hillischer modifiziert die Znamensky-Methode, indem er an der Wurzel seiner Porzellanzahnimplantate Metallhülsen und Goldretentionen anbringt.

Die in folgender Zeit stattfindenden Implantationen werden 1913 durch GREENFIELD (34) wieder richtungsweisend verändert. Er verwendet nach 6-7jähriger Versuchsarbeit Platin-Iridium-Körbchen, weil er von diesem Material die wenigsten Korrosionserscheinungen erwartet.

Nach den schon erwähnten von KUITHAN (56) und MÜLLER (64) anfangs der 30er Jahre durchgeführten Implantationen waren es 1937, 1938 STROCK (99), FORMIGINI (27) und CHERCHEVE (14), die mit spiralähnlichen Implantaten in die nach Extraktion leere Alveole oder in eine "geschaffene" Alveole die neuzeitliche enossale Implantologie begründeten.

Nach der durch die subperiostale Implantation ausgelösten Welle traten erst in den 60er Jahren wieder namhafte Verfechter der enossalen Implantation auf. Ihre Theorien und Implantatformen werden an späterer Stelle beschrieben.

Daß die Verfolgung historischer Implantatformen sehr lückenhaft bleibt, weil nicht alle Implantologen - wohl wegen der hohen Mißerfolgsrate, an der sicherlich auch die Unkenntnis der Antibiotika eine entscheidende Rolle spielt - an die Öffentlichkeit traten, zeigt

die Fallbeschreibung von Dag 1933 - zit. nach SCHWINDLING (93):

Dag entfernte einer 56jährigen Syrerin eine auf einer Distalwurzel aus 22-karätigem Gold ruhende Brücke. Sie wurde angeblich von einem italienischen Zahnarzt angefertigt und blieb zehn Jahre ohne Beschwerden.

Histologische Untersuchungen

Wie bei den subperiostalen Implantaten mußte auch das Verhalten des Knochens gegenüber den intraossär gelegenen Implantaten im Tierversuch und beim Menschen einer eingehenden Klärung unterzogen werden.

So vergleicht LHOTSKY (59) die Gewebsumbauvorgänge von aus Chrom-Kobalt-Molybdän, selten aus Tantal gefertigten Formiggini-Spiralen mit den Heilungsvorgängen nach Zahnextraktion und nennt fünf Phasen:

1. Vorbereitungsphase

Ausfüllung der Alveole durch ein Koagulum

2. Granulationsphase

Granulationen ersetzen das Koagulum nach sieben Tagen völlig

3. Bindegewebsphase

Durch starke Fibroblastenvermehrung Bindegewebsbildung am 20sten Tag abgeschlossen

4. Knochenabbauphase

Osteoklastentätigkeit nach 10-14 Tagen

An den Berührungsstellen des Alveolarknochens mit dem Spiralgerüst beginnende Resorption, was dem klinischen Zeichen der Lockerung des Implantatgerüsts entspricht, 3-6 Wochen nach Implantation

5. Knochenneubildungsphase

Erste Anzeichen der Mineralisation schon 14-18 Tage nach Implantation

Auftreten von Osteoblasten nach 4 Wochen

Beginnende Verfestigung des Implantats nach 6 Wochen, Mineralisationsprozess nach 100-104 Tagen abgeschlossen.

Damit entsprechen die bei der Implantation genannten Vorgänge denen bei der Wundheilung nach Extraktion, wie sie AMBER (2) u.a. beschrieben haben. LASS (57) findet an zehn untersuchten Implantaten bei drei Fällen ein Überschreiten der physiologischen Taschentiefe von 2 mm. Fast alle Implantate weisen chronisch-entzündliche Veränderungen sowohl im Implantatbett als auch am Pfeilerbereich auf. Bei allen Implantaten ist zwischen Knochen und Implantat eine Bindegewebsschicht. In einem einzigen Fall ist diese Bindegewebsschicht unterbrochen, so daß es zu einem unmittelbaren Kontakt zwischen Knochen und Schraube gekommen ist. Lass bemerkt dazu: "Auffallend ist ferner die fast parallele Anordnung des Knochens zur Schraube, so daß man diese Knochenanordnung als eine funktionelle Anpassung auffassen könnte. Da das Gewebe zwischen den einzelnen Gewindegängen keine Nekrosen aufweist, kann auf eine gute Versorgung dieser Gebiete geschlossen werden; dies ist wiederum auf einen ausreichenden Abstand zwischen den breitflächigen Schraubenwindungen zurückzuführen." Im Gegensatz zu fast allen anderen Implantaten ist bei dem letztgenannten kein Epitheltiefenwachstum festzustellen, so daß die Annahme eines Zusammenhanges zwischen Beweglichkeit eines Implantats und Epitheltiefenwachstum gestattet ist. LINKOW (60) belegt in histologischen Bildern die Theorie, daß durch die gefensternten Blätter hindurch neuer Knochen wächst. Bei beiden Fällen handelt es sich um Unterkieferimplantate, wobei die Suprastrukturen auch dental abgestützt waren. Zur Klärung der Frage, ob Knochenneubildung stattfinden kann, tragen die Ausführungen PASQUALINI'S (73) bei: Er implantierte einer 23 Jahre alten weiblichen Patientin drei Linkow-Blätter im Unterkiefer, im Oberkiefer vier bei folgendem Zahnbestand: Unterkiefer Kennedy Kl. 1 mit Verbleib der Zähne 44, 43, 42, 41, 31; Oberkiefer zahnlos. Die Patientin starb fünf Monate später (Okt. 71) an den Folgen der schweren Verletzungen, die sie sich bei einem

Verkehrsunfall zugezogen hatte. Nach Entnahme der Implantate und Anfertigung histologischer Schnitte beschreibt Pasqualini die geweblichen Vorgänge wie folgt:

1. Bildung einer wirksamen Versiegelung um den austretenden Zapfen in einer Tiefe von zwei oder drei Millimetern, die von einem Schleimhautepithel und einem submukösen Corium mit normalem Aussehen und ohne Anzeichen einer Entzündung gebildet wird.
2. Anlage eines gesunden Knochengewebes an den Metallteilen der Einsätze unter ständiger Bildung einer dazwischenliegenden dünnen Schicht an kollagenen Fasern.
3. Vollständige Wiederherstellung des in den leeren Bereichen der Implantate fehlenden Knochengewebes mit Verbindung der beiden entgegengesetzten Oberflächen des Einschnittes durch Knochenneubildung.
4. Keine Einstülpung (Invagination) von Epithel fünf Monate nach den erfolgten Einschlüssen, auch nicht dort, wo das Blatt nicht vollständig unterhalb des Kortex des Knochens (Knochenrinde) versenkt wurde.

Indikation zur enossalen Implantation

Alle zahnärztlichen Maßnahmen sind mit einer gewissen Mißerfolgsquote belastet, z.B. Wurzelbehandlung, Kieferorthopädische Behandlung, so daß von vielen Autoren gefordert wird, die Implantologie unter dem gleichen Gesichtspunkt zu sehen.

Aus dieser Ansicht resultiert eine erweiterte Indikationsstellung, als extreme Indikationsstellung darf die von ACKERMANN (1) gelten:

Er ist immer zur Implantation bereit, wenn der Patient es wünscht, und er hält eine Nadelimplantation fast immer für gerechtfertigt, da dies seiner Auffassung nach einen geringeren Eingriff in den Organismus darstellt als das Beschleifen eines gesunden Zahnes.

Von den Verfechtern der enossalen Blattimplantation wird besonders die Freundsituation, vor allem im Unterkiefer, wenn geringe Alveolarkammatrophy kompakte Knochenverhältnisse erwarten läßt, genannt. SCHLEGEL (86) sieht die erweiterte Indikation für enossale Implantation durch günstige Prognose gerechtfertigt. Sie ist gegeben bei gut erhaltenem Alveolarkamm, vorwiegend Unterkiefer (verkürzte Zahnreihe) und der Möglichkeit der Verblockung mit dem Restgebiß. Außerdem hält er die Implantation für gerechtfertigt bei Anfallsleiden, bei bestimmten Berufen oder wenn chirurgische Alternativen erschöpft und prothetische Maßnahmen aufwendiger sind.

Eine günstige Prognose kann gestellt werden, wenn im Gegenkiefer schleimhautgelagerter Ersatz getragen wird, da dann mit nur 10% des Normalkaudrucks eine Überlastung des Implantats verhindert wird.

Implantatformen und ihre Anwendung

Die vielfältigen Formen der Implantate (Spiralen, Schrauben, Blätter, Körbchen u.a.) sind unter dem Namen der jeweiligen Autoren bekannt. So werden z.B. Schrauben nach Formiggini, Peron, Muratori, Tramonte, Heinrich, Sandhaus, Chercheve benannt - zit. nach HEINRICH (40). Die wichtigsten Entwicklungen und Modifikationen sollen genannt werden:

Nadelimplantate verwendet SCIALOM (22) seit 1960 und zwar in Form einer dreibeinigen Abstützung, "Tripod" genannt. Die in Frankreich vielgeübte Technik wird auch von ACKERMANN (1) eingehend beschrieben. In Deutschland nahm sich vor allem PRUIN (75) dieses Gedankens an.

Eine Modifizierung der enossalen Schrauben, wie sie in Deutschland von HEINRICH (40) in drei verschiedenen Größen erhältlich sind, gibt SANDHAUS (81) an. Seine CBS (cristaline-bone-screw)-Schraube, die aus Kunststoff besteht, der thermisch und durch Calcination vergütet wird, soll besonders gewebsfreundlich sein.

Mit einer zweizeitigen Operationsmethode hoffen SNEER - MEER (84), LUTZ (61) die "Einheilungs"-vorgänge wie bei einer geschlossenen Implantation zu beherrschen. Nach 2-3 Monaten wird an der selben Stelle wieder operiert, und das Zweitimplantat, aufgesetzt bzw. geschraubt.

KANTH (46) versucht, bei seinem "intramobilem Schraubenimplantat" durch einen im Implantat befindlichen elastischen Körper den auf die Schraube einwirkenden Kaudruck zu bremsen.

ARNAUDOW (4) verwendet einen in der Chirurgie gebräuchlichen Kunststoff (Palacos) zur Schaffung künstlicher Zahnwurzeln.

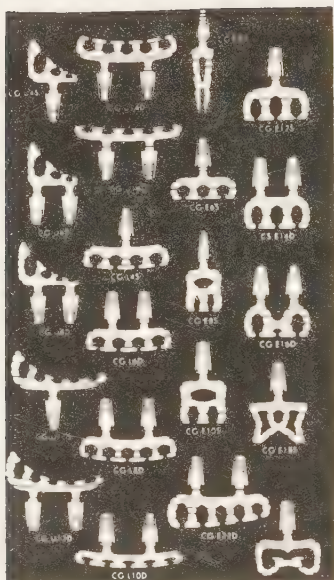
Die aus Vita-Dur-Porzellanmasse hergestellten Implantate von MUTSCHELKNAUS (65) zeigen die vom Material her bekannten Vorzüge.

Zuletzt werden von STALLARD (95) u.a. Kohlenstoffimplantate genannt, deren Verträglichkeit für das Gewebe den bisher gebräuchlichen Implantationsmaterialien als überlegen bezeichnet wird.

Neben den in aller Welt benutzten Linkow-Blade-Vents sind in Deutschland auch Blätter nach Virok, Häfner und Heinrich ("stabilisiertes Klingenimplantat") erhältlich - zit. nach BRINKMANN (12).

Folgendes Vorgehen bei einer Blattimplantation wird in dem Handbuch "ORAL IMPLANTOLOGY 2" (70) angeraten:

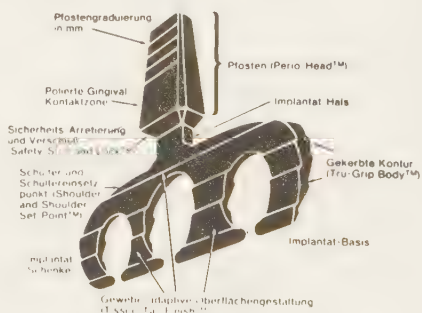
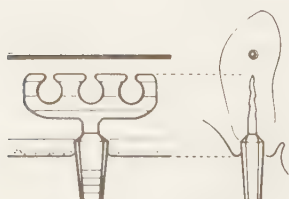
Nach einem geraden Schnitt in der Alveolarkammmitte wird eine Knochenrinne mit genormten Spezialbohrern (Spezialimplantatbohrer XL, XXL) angelegt. Die Tiefe der Knochenrinne kann mit Hilfe von Rinnen-Curette und Implantat-Querschnitt-Tiefensonde (channel curette and depth gauge TM) überprüft werden. Die Ausdehnung der Knochenrinne kann außerdem mit goldfarbenen, wiederverwendbaren Meßimplantaten (channel guides TM), die in allen Dimensionen dünner gestaltet sind, überprüft werden. Diese Meßimplantate sind in graph. Darst. Nr. 3 aufgeführt.



Graph. Darst. Nr. 3

Linkow-Meßimplantate aus "Oral Implantology 2" (70)

Mit speziellen Implantations-Instrumenten, die an den mit dem Implantat in Berührung kommenden Teilen Titan-armiert sind, wird das Implantat in seine endgültige Stellung gehämmert. Dabei wird im Gegensatz zu früheren Formen, wo zwischen Implantatpfosten und Schulter eine Nische vorhanden war, das Implantat bis zum Pfosten in den Knochen versenkt, um diese Schmutznische um den Pfeiler auszu-schalten. Implantatform, Bezeichnung der Einzelteile sowie richtige Insertion im Knochen sind aus graph. Darst. Nr. 4 ersichtlich.



Graph. Darst. Nr. 4

Linkow-Blatt und richtige Implantation, Oral. Impl. 2 (70)

C) EXPERIMENTELLER TEIL

I. VERSUCHSANORDNUNG

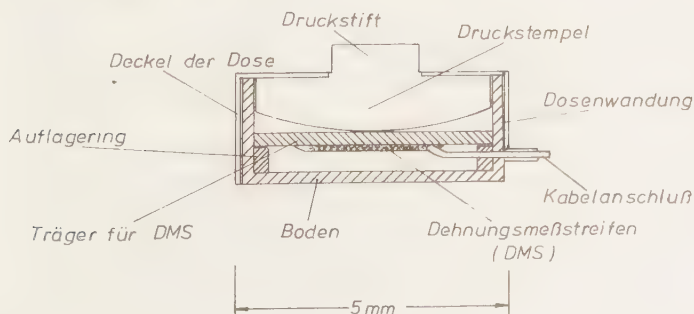
Der Dehnungsmeßstreifen (DMS)

Das Prinzip der Messung mit DMS - zit. nach VAN THIEL (103) - beruht auf einem im Jahre 1856 von Lord Kelvin entdeckten Gesetz, wonach ein elektrischer Leiter eine Widerstandsänderung erfährt, wenn sich derjenige Körper, mit dem er in unmittelbarem Kontakt steht, verändert. Bei unseren Messungen wurden Meßgitter - DMS der Fa. Hottinger Baldwin Meßtechnik GmbH (18), Typ 3/120 LY 11, verwendet.

Durch Anpassung des elektrischen Temperaturkoeffizienten des DMS an den Ausdehnungskoeffizienten des mit dem DMS in Kontakt stehenden Materials (Stahl, Aluminium, Kunststoff etc.) wird selbständige Kompensation erreicht. Nach Angaben des Herstellers beträgt der Temperaturkoeffizient für Stahl in einem Bereich von 10°C bis 120°C $\alpha = 12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ mit einer Toleranz von $\pm 1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ und kann damit als selbstkompensierend bezeichnet werden. Die Toleranz pro Packung wird mit $\pm 0,2\%$, die Quersensitivität bei Raumtemperatur mit $\pm 0,3\%$ angegeben.

Die Meßkapsel

Für die Messungen wurde die Meßdose, wie sie WINDECKER (107) angibt, mit kleineren Außenmaßen verwendet, sie ist in graph. Darst. Nr. 5 gezeigt.



Graph. Darst. Nr. 5

Kaukraftmeßdose

Die Konstruktion der Meßdose ist aus der Zeichnung ersichtlich. Wandung und Boden der Meßdose bestehen aus einem Messingzylinder von 0,5 mm Wandstärke. Über der Bodenfläche trägt er einen mitgedrehten Ring, der als Auflage für den Träger des DMS dient. Das Trägermaterial ist ein Blättchen aus Spezial-Uhrfederstahl von 0,5 mm Stärke, das gerade noch unverschieblich der Wandung der Meßdose anliegt. Auf der Unterseite dieses Blättchens wird der DMS mit Schnellklebstoff Z 70 (HBM) aufgeklebt. Eventuell vorhandener Überschuß des Klebstoffes kann mit einem Fissurenbohrer beseitigt werden, so daß überall das Metall des Streifenträgers auf dem Auflagering fest aufliegt. Der Auflagering und die Wandung der Meßdose sind an der Ansatzstelle der Kabelverbindung durchbohrt. Die Austrittsstelle der Kabelverbindung wird mit Abdeckmittel SG 250 (HBM) einem durchscheinendem Einkomponenten-Silikonkautschuk, oder auch nur mit Vaseline gegen Feuchtigkeit geschützt. Auf dem in der Meßdose ruhenden Träger des DMS sitzt ein Druckstempel, der aus Messing gedreht ist. Der zur Kaukraftaufnahme dienende Teil des Druckstempels ist als Stift ausgebildet. Der Druckstempel berührt die Wandung der Meßdose und soll leichtgängig sein, ohne zu kippen. Mit einem aus Palliagblech hergestellten, eine exakte Durchbohrung für den stiftförmigen Teil des Druckstempels besitzenden Deckel wird der Abschluß der Dose erreicht. Zwischen Dose und Deckel herrscht eine so gute Führung, daß kein Verkanten möglich ist. Als zusätzlichen Feuchtigkeitsschutz kann man Vaseline zwischen Dosendeckel und Druckstempel einbringen oder den Spalt zwischen Deckel und Dosenboden mit rosa Wachs verschließen. So ist die Meßdose auch bei längerem Verweilen in der Mundhöhle feuchtigkeitsgeschützt.

Nach Abschluß der Messungen war von insgesamt vier identischen Meßkapseln mit gleicher Außenabmessung und gleichem DMS nur noch eine funktionsfähig, da drei während der Versuche durch Abreißen der Zuleitung - der von Windecker angegebene Schutz des Kabelanschlusses war bei unseren Meßkapseln nicht vorhanden, muß jedoch nach gemachten Erfahrungen angeraten werden - und starke Abnutzung zerstört wurden.

Die Eichung der Meßkapsel

Bei der Eichvorrichtung, die ähnlich wie die von KÖRBER (51) gebaut ist, handelt es sich um einen zweiseitig ausbalancierbaren Hebel, in dessen Mitte ein Druckstempel angebracht ist. Die Konstruktion der Eichvorrichtung ist aus Foto Nr. 3, die Lage der Meßkapsel zum Druckstempel aus Foto Nr. 4 ersichtlich.

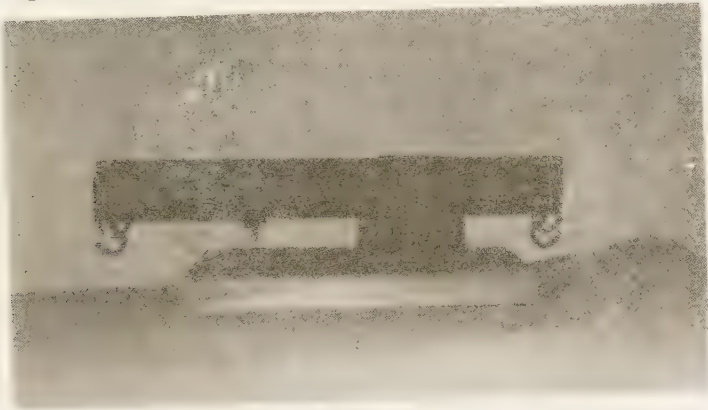


Foto Nr. 3
Eichvorrichtung



Foto Nr. 4

Die unter diesem Druckstempel auf einem der Höhe (4 cm) angepaßten Block aus kalthärtendem Kunststoff liegende Meßkapsel kann nun mit Gewichten aufsteigender Größe belastet werden. Somit werden Eichkurven erstellt, wobei die absolute Belastung auf der Abszisse und die dazu gehörigen Ausschläge des Meßgerätes auf der Ordinate erscheinen.

Es wurde bei den Eichungen auf eine stabile O-Punkt-Lage des Meßgerätes, die sich nach etwa 5 Minuten einstellt, geachtet und damit der Auflage der Gewichte nach 20 Minuten begonnen. Dieselben Maßnahmen wurden auch beim Messen im Munde des Patienten getroffen - stabile O-Punkt-Lage, erste Kaukraftmessung nach 20 Minuten.

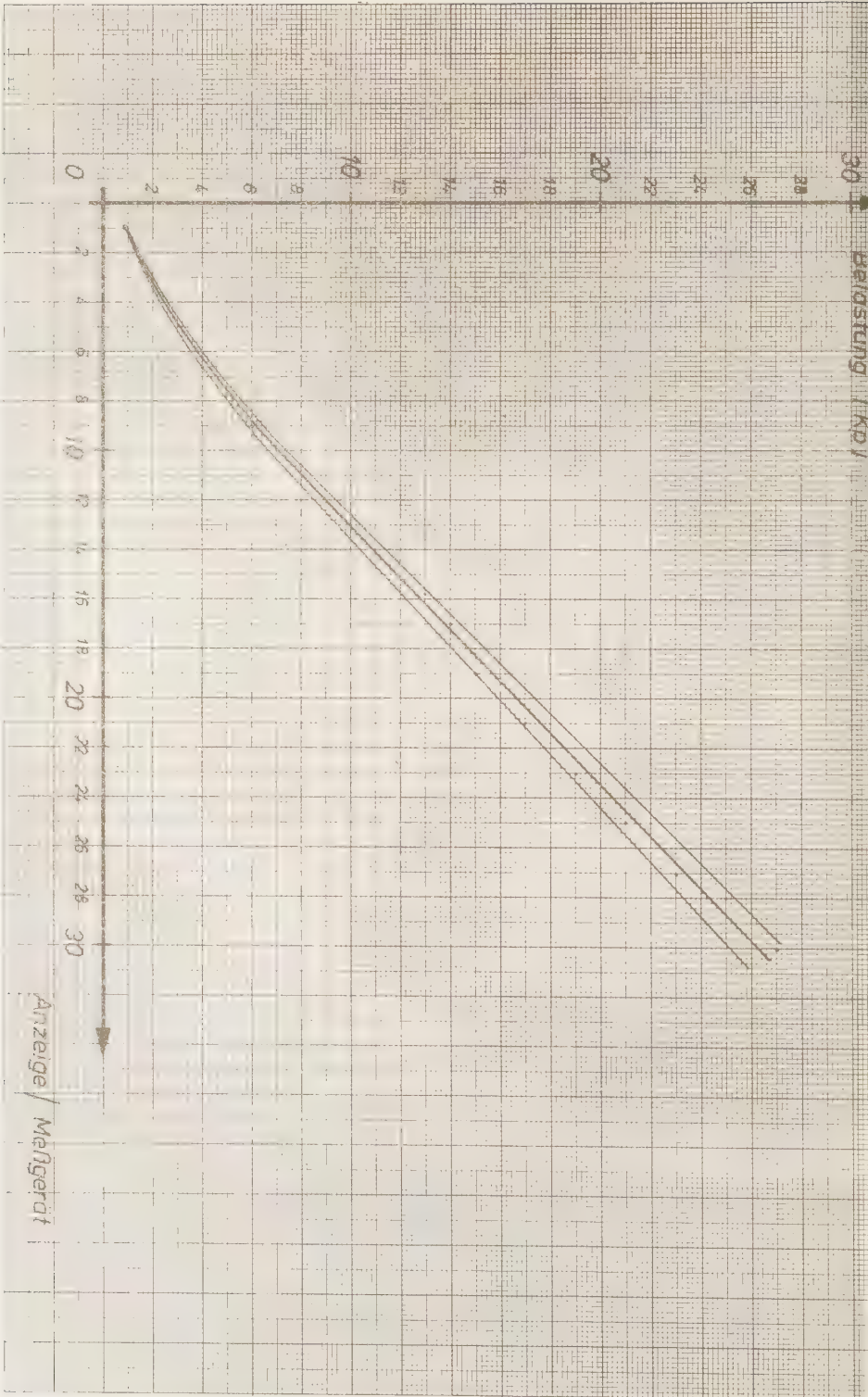
Am Beispiel einer Meßkapsel soll das Vorgehen beschrieben werden: Wie aus der graphischen Darstellung Nr. 6 ersichtlich ist, handelt es sich um eine gemittelte Eichkurve mit eingezeichnetem Streubereich. Die bei den insgesamt sechs Eichungen mit dieser Meßkapsel gefundenen Eichkurven differieren. In der graphischen Darstellung Nr. 7 werden die am weitest differierenden, bereits gemittelten Kurven angegeben. Aus diesen beiden Eichkurven, hier als I u. II bezeichnet, wird eine dritte gemittelt - graphische Darstellung Nr. 8. In der Tabelle Nr. 1 wird neben den bei der Eichung berechneten Werten in der äußeren rechten Spalte die prozentuale Abweichung der Meßwerte vom Mittelwert genannt. Es wurden während der Arbeit mit vier Meßkapseln insgesamt 27 Eichkurven erstellt. Wie aus den später zu besprechenden Forderungen an ein ambulantes Meßgerät hervorgeht, war es nicht möglich, die Meßkapsel immer an Ort und Stelle der Meßung zu eichen.

Am größten ist die Abweichung vom Mittelwert der in graphischer Darstellung Nr. 8 gemittelten Kurve bei 6 kp Belastung mit $\pm 5,9\%$, am kleinsten bei 19 kp Belastung mit $1,7\%$, im Durchschnitt über den ganzen Meßbereich liegt sie bei $\pm 2,7\%$.

Die später genannten Meßwerte werden bezüglich der Kurve, graphische Darstellung Nr. 8, angegeben.

Belastung (kp)	Eichkurve I	Eichkurve II	Eichkurve I+II	Fehlerquote
1	1,0	1,0	1,0	-
2	3,0	3,0	3,0	-
4	6,8	6,2	6,5	$\pm 4,61\%$
6	9,0	8,0	8,5	$\pm 5,88\%$
8	10,0	9,6	9,8	$\pm 2,04\%$
10	12,0	12,6	12,3	$\pm 2,38\%$
12	14,5	15,0	14,75	$\pm 1,70\%$
13	15,8	16,5	16,15	$\pm 2,12\%$
14	17,0	18,0	17,5	$\pm 2,85\%$
15	19,0	20,0	19,5	$\pm 2,56\%$
17	21,0	22,5	21,75	$\pm 3,45\%$
19	23,0	23,8	23,4	$\pm 1,70\%$
21	25,0	26,0	25,5	$\pm 1,96\%$
23	27,0	28,0	27,5	$\pm 1,81\%$
25	28,0	29,0	28,5	$\pm 1,75\%$
27	30,0	31,4	30,7	$\pm 2,28\%$

Tabelle Nr. 1
Eichwerte und Abweichung vom Mittelwert



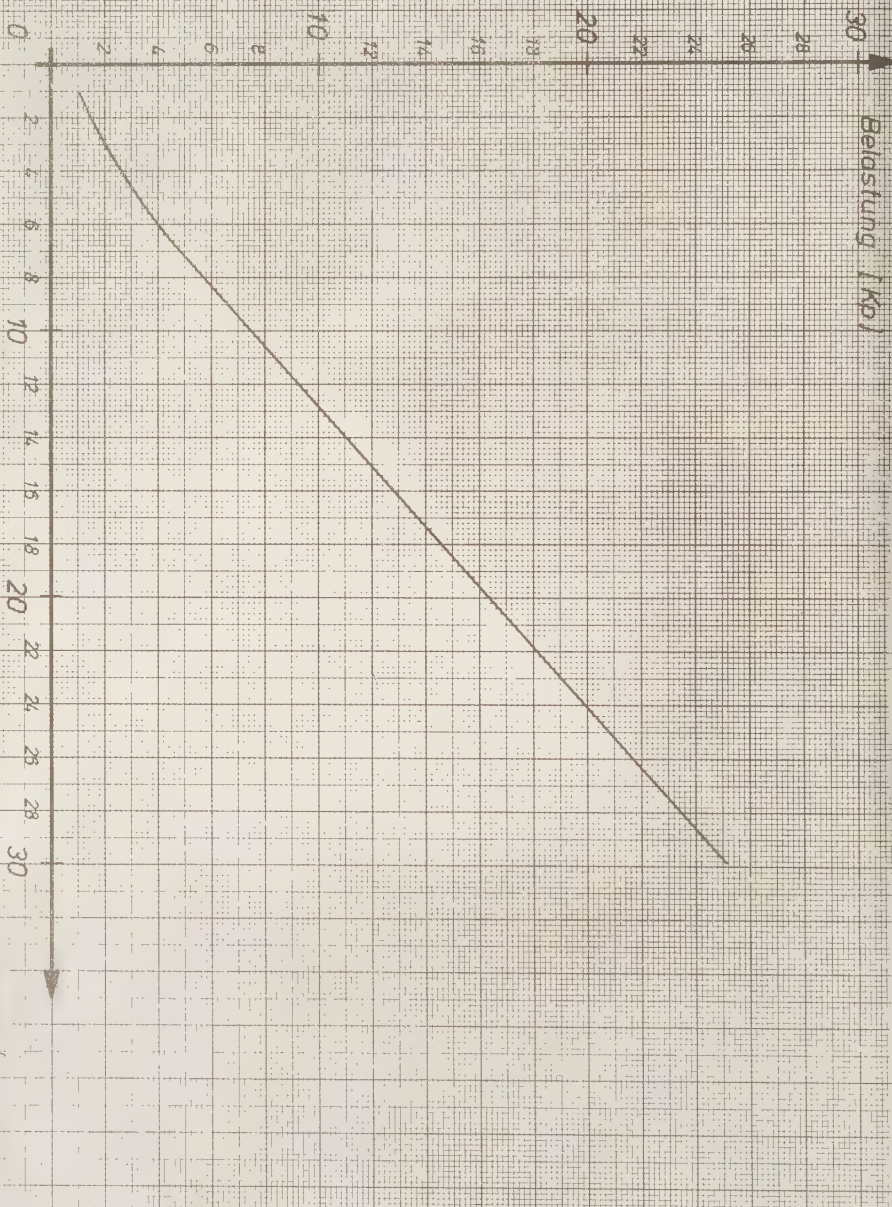
Graphische Darstellung Nr.6

Eichkurve einer Meßdose mit eingetragenelem Streubereich



Graphische Darstellung Nr. 7

Im Streubereich der beiden gemittelten Kurven liegen alle bei der Eichung für diese Meßdose gefundenen Werte



Graphische Darstellung Nr. 8
Gemittelte Kurve aus Eichkurve I u. II

Das Meßgerät

Da an unserer Klinik wenig Erfahrung mit enossalen Implantaten vorliegt, sie aber häufig von implantologisch tätigen Zahnärzten verwendet werden, mußte die Forderung nach einem "ambulanten" Meßgerät erhoben werden, mit dem, schnell einsetzbar, auch außerhalb der Klinik Kaukraftmessungen durchgeführt werden konnten.

Es mußte daher versucht werden, mit einfachen Meßmethoden und einem kompakten Gerät zu einer Meßgenauigkeit zu gelangen, die von der, wie sie andere Autoren mit komplizierten Meßeinrichtungen angeben, nicht wesentlich differiert.

Es kamen daher O-Abgleichs-Meßmethoden, bei denen der Abgleich und damit das Brückengleichgewicht durch dekadische Eichwiderstände hergestellt wird, nicht in Frage, da eine solch umfangreiche Versuchsanordnung keinesfalls ambulant einzusetzen ist. Das Meßgerät ist in Foto Nr. 5 dargestellt.

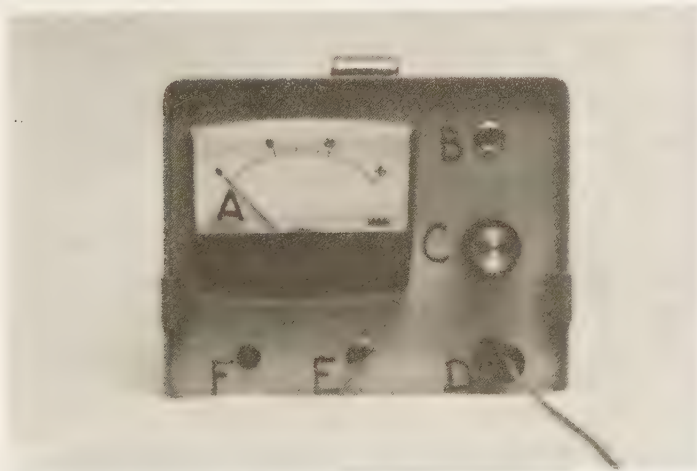


Foto Nr. 5
Meßgerät

- A = Meßskale
- B = Eichschraube
- C = O - Regler
- D = Anschluß für DMS
- E = Schalter Ein/Aus
- F = Kontrollampe Ein/Aus

Der DMS ist Teil einer Wheatstone'schen Meßbrücke, die mit Gleichspannung gespeist wird, und stört deren Gleichgewicht bei Belastung. Mit dem O-Regler wird diese Brücke ins Gleichgewicht gebracht. Bereits geringe Unterschiede bei Belastung des DMS rufen in der Brückendiagonale einen der Meßkomponente proportionalen Strom hervor, der durch einen Rechenverstärker (uA 709) ca. 1 000 - 3 000fach verstellbar ist. Der Verstärkungsfaktor kann mit dem Regler B bestimmt werden. Dieser Regler ist zugleich für die Eichung des Meßgerätes notwendig. Um ein versehentliches Verstellen zu vermeiden, wurde dieser Regler als Eichschraube gestaltet und ca. 1 cm tief in das Meßgerät versetzt. Für ein Verstellen der Eichschraube ist ein Schraubenzieher nötig. Der Schaltplan ist aus graph. Darst. Nr. 9 ersichtlich.

Fehlerangabe

Die bei der Eichung schon genannte Ungenauigkeitsquote durch Mittlung aus den Eichkurven größter Streuung ist unterschiedlich groß. Sie beträgt bei 6 kp Belastung $\pm 5,9\%$, bei 19 kp Belastung $\pm 1,7\%$ und liegt im Durchschnitt bei $\pm 2,7\%$.

Die verwendeten Gewichte haben eine Genauigkeit von $\pm 0,1\%$. Die Toleranz/Packung DMS wird mit $0,2\%$ und die Querempfindlichkeit des DMS bei Raumtemperatur mit $0,3\%$ angegeben.

Die Auswirkungen des Temperaturkoeffizienten mit $\alpha = 12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ sind vernachlässigbar klein.

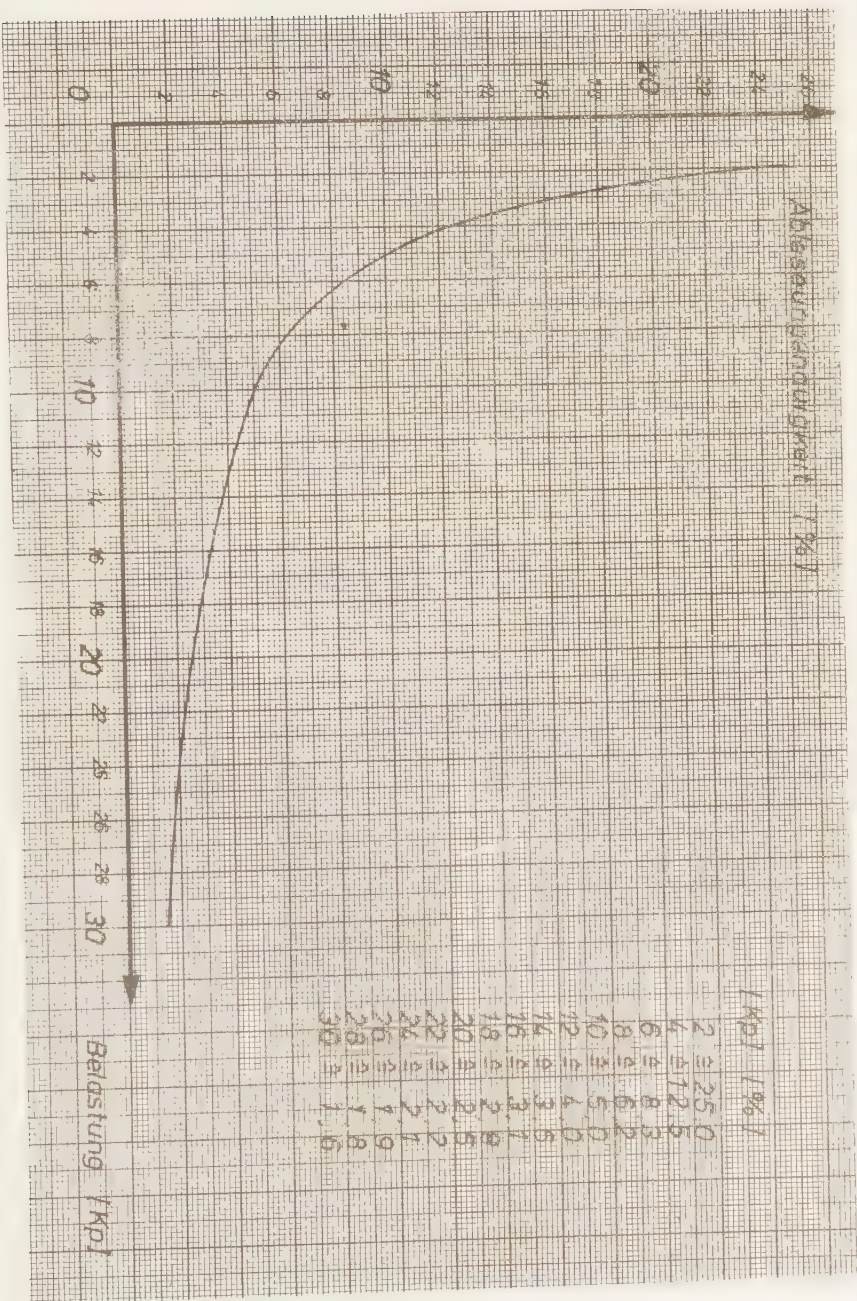
Die durch Ablesen der Meßskala (Ablesegenauigkeit $0,2-0,3$ Skalenteile absolut) entstandenen Fehler müssen doppelt gezählt werden, da sie sowohl beim Eichen als auch beim Messen am Patienten auftreten. Aus graphischer Darstellung Nr. 10 sind die Zahlen in Abhängigkeit von der Belastung genannt.

Die Ableseungenauigkeit ist beim Messen mit niedriger Belastung relativ hoch, da z.B. die Ableseungenauigkeit von 0,25 Skalenteilen absolut bei 2 kp Belastung einer Ungenauigkeit von $12,5\% \times 2 = 25\%$ entspricht, während sie im Meßbereich von 20kp nur noch um 2,5% belastet ist. Im Mittel beträgt sie über den gesamten Meßbereich 5,5%.

Aus der Summierung der eben genannten Faktoren ergibt sich ein durchschnittlicher Meßfehler von $\pm 8,8\%$.



Graphische Darstellung Nr.9
Schaltplan des Meßgerätes



Graphische Darstellung Nr. 10

Ablesungsgenauigkeit des Meßgerätes in Abhängigkeit von der Belastung

Durchführung der Messung am Patienten

Die Messungen am Patienten erfolgten nach den schon bei der Eichung geschilderten Maßnahmen.

Um ein Abkippen herausnehmbaren Ersatzes zu verhindern, wurde in der anderen Kieferhälfte Silikonmasse plazierte und somit dem Patienten das Gefühl eines sicheren "Bisses" vermittelt. Wegen der kleinen Fläche des Stempels ($0,032 \text{ cm}^2$), mit dem der Gegenzahn in Berührung kommt, und der unterschiedlichen Höcker-Fissurenbeziehung wegen, war dennoch oft ein Verrutschen und Kippen möglich. Es mußte dann ein nach einem Abdruck von der Zahnreihe hergestelltes, plan-geschliffenes Kunststoffblättchen auf dem Gegenzahn adaptiert werden, damit der kleine Stempel voll getroffen wird. Einbau der Meßkapsel in prothetische Konstruktion siehe Foto Nr. 5, Lage im Mund des Patienten siehe Foto Nr. 6.



Foto Nr. 5

Einbau der Meßkapsel



Foto Nr. 6
Lage der Meßkapsel im Mund

Um vergleichbare Meßergebnisse zu erzielen, kamen nur solche Patienten zur Untersuchung, die im Gegenkiefer bezahnt waren, bzw. festsitzenden Ersatz trugen, Ausnahmen siehe subperiostale Implantate und Totalersatz.

II. MESSERGEBNISSE

Die Lokalisation der Meßkapsel wird im weiteren Text durch "o" über dem entsprechenden Zahn gekennzeichnet.

1. Bezahntes Gebiß

Die Meßergebnisse dieser Probandengruppe sind aus Tabelle Nr. 2 ersichtlich.

Proband	Ergebnisse Meßskala				Schnitt	Eichkurve (kp)	Mittelwert (kp)
1	30,6	31,0	28,4	29,0	29,75	26,2	19,7
2	28,2	26,5	29,0	27,0	27,77	23,3	
3	21,2	23,8	20,4	20,8	21,55	16,6	
4	24,6	23,0	22,0	22,2	22,95	18,8	
5	21,8	24,2	22,4	22,6	22,75	18,1	
6	22,4	24,0	24,6	23,0	23,5	19,1	
7	28,0	24,8	27,2	27,3	26,9	22,4	
8	25,8	24,4	22,8	23,6	24,15	19,7	
9	20,8	20,4	22,6	21,8	21,4	16,7	
10	17,5	22,4	21,2	20,0	20,27	15,7	

Tabelle Nr. 2

Meßergebnisse im bezahnten Gebiß

zu 1) Hr. H., 22Jhr.,

Meßdose in prov. Br. 47, 46,- 44, Gegenkiefer Br. 17 - 15

zu 2) Hr. P., 20Jhr.

Meßdose in prov. Kr. 36, Gegenkiefer bezahnt

zu 3) Frl. St., 25Jhr.

Meßdose in prov. Br. 47 - 45, Gegenkiefer Br. 18 - - 15, 14

zu 4) Hr. O., 20Jhr.

Meßdose in prov. Br. 27 - 25, Gegenkiefer Kr. 37, 36

zu 5) Hr. A., 21Jhr.

Meßdose in prov. Br. 47 - 45, Gegenkiefer bezahnt

zu 6) Hr. P., 19Jhr.

Meßdose in prov. Br. 37 - 35, Gegenkiefer bezahnt

zu 7) Hr. W., 19Jhr.

Meßdose in prov. Br. 47, 46^o - - 43, Gegenkiefer bezahnt

zu 8) Frl. F., 26Jhr.

Meßdose in prov. Br. 48 - 46^o, Gegenkiefer Kr. 17, 16

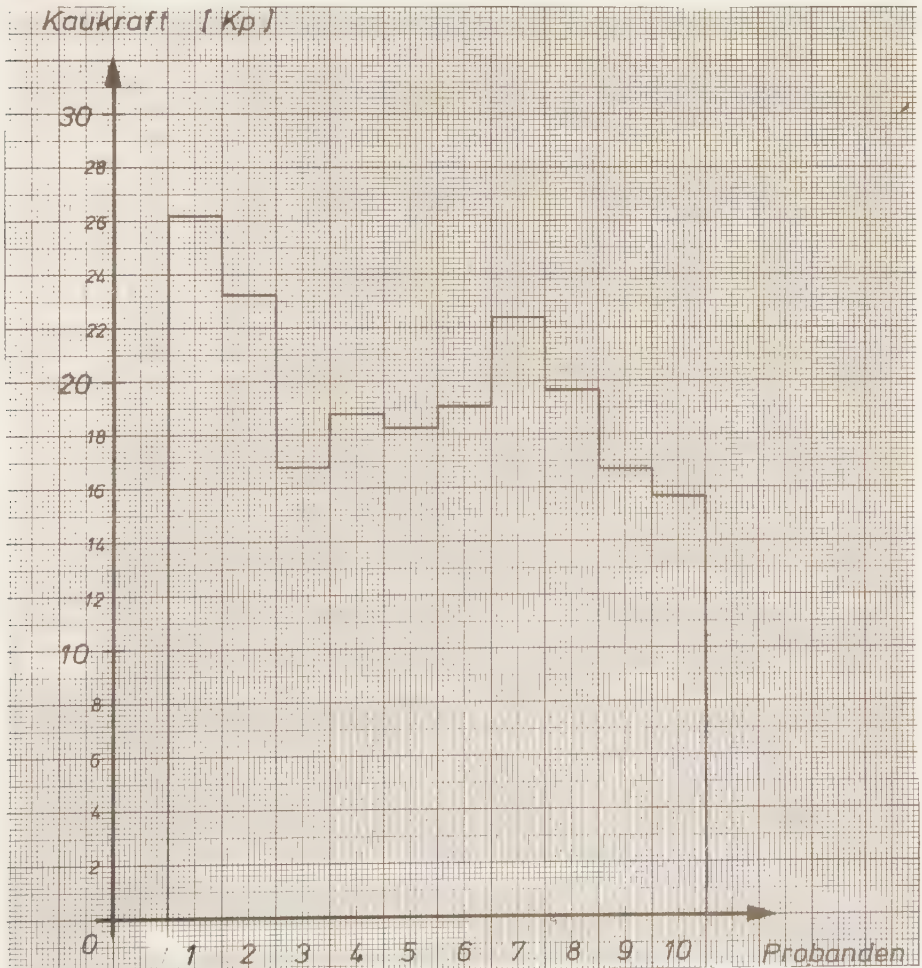
zu 9) Hr. M., 20Jhr.

Meßdose in prov. Kr. 16^o, Gegenkiefer bezahnt

zu 10) Hr. Sch., 19Jhr.

Meßdose in prov. Kr. 37^o, Gegenkiefer bezahnt

Die Kaukraftverteilung der einzelnen Probanden zeigt graph. Darst.
Nr. 1



Graphische Darstellung Nr. 11

Kaukraftverteilung im bezahnten Gebiß

zu 3) Hr. Sch., 34 Jhr.

OK: Kronen 17, 13 und gefräster Steg mit 2 Ceka - Ankern,
RSS-Kronen 23, 24

Ersatz 16, 15, 14, 12, 11, 21, 22, 25, 26⁰

UK: Meßdose gegenüberliegend Br. 37 - - 34, 33

zu 4) Fr. M., 52 Jhr.

UK: RSS-Kronen 34, 33, 43, 44

Ersatz 37, 36, 35, 45, 46⁰, 47

OK: Br. 47 - 45, 37 - 35

zu 5) Fr. B., 48 Jhr.

OK: RSS-Kronen 23, 24, 25

Ersatz 27, 26, Transversalbügel, Bonwill - Klammer an 16, 15

UK: Br. 37 - - 34, 33

zu 6) Hr. S., 42 Jhr.

UK: Konuskronen 35, 34, 44, 45

Ersatz 37, 36, 46⁰, 47

OK: Kr. 17, 16, Modellguß

zu 7) Hr. T., 38 Jhr.

UK: RSS-Kronen 34, 33, 43, 44 und gefräster Steg 33 ---- 43

Ersatz 37, 36, 35, 32, 31, 41, 42, 45, 4⁰, 47

OK: Br. 18 - - 15

zu 8) Fr. D., 50 Jhr.

UK: RSS-Kronen 35, 34, 44, 45

Ersatz 37, 36, 46⁰, 47

OK: Br. 17 - 15, 27 - - 24

zu 9) Hr. E., 43 Jhr.

UK: RSS-Kronen 35, 34, 44, 45

Ersatz 37, 36, 46⁰, 47

OK: Kr. 16, 15, Modellguß

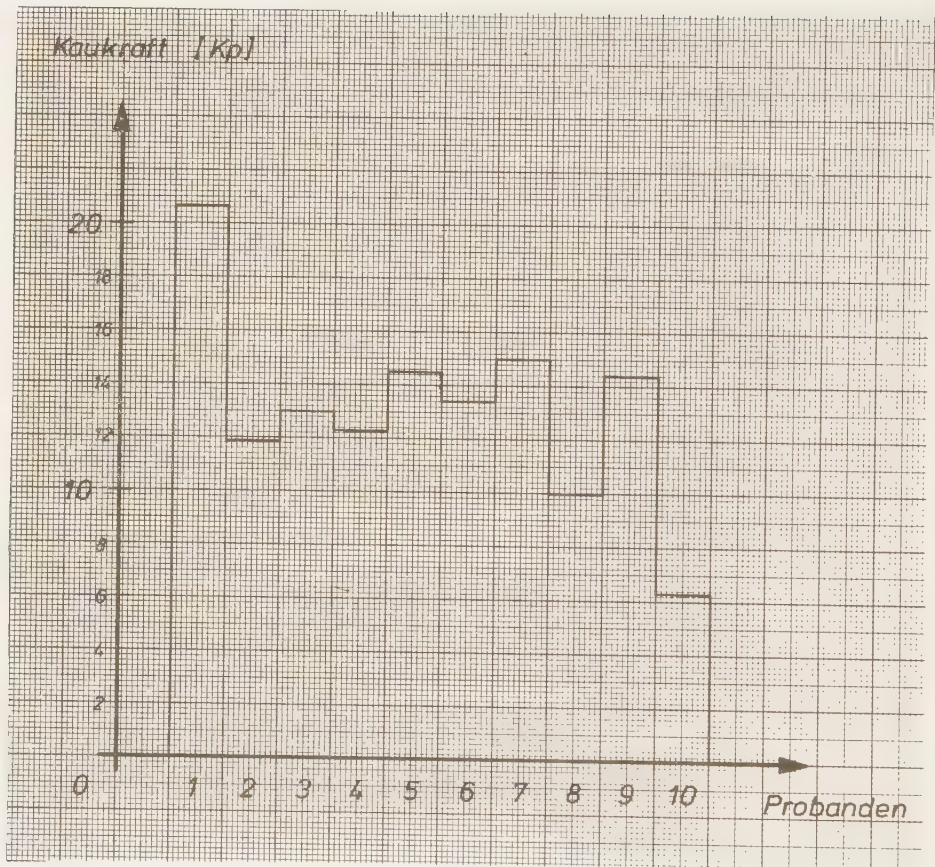
zu 10) Hr. R., 52 Jhr.

UK: Konuskronen 33, 43, 44

Ersatz 37, 36, 35, 34, 45, 46⁰, 47

OK: Totalersatz

Die Kaukraftverteilung der einzelnen Probanden ist aus graph. Darst.
Nr. 12 ersichtlich.



Graphische Darstellung Nr. 12

Kaukraftverteilung bei parodontal-gingival gelagertem Ersatz

3. Enossal - implantatverankerter Ersatz

Die Lage der Implantatpfosten wird durch ein "∧" unter dem entsprechenden Zahn gekennzeichnet. Die Meßergebnisse dieser Probandengruppe sind aus Tabelle Nr. 4 ersichtlich.

Proband	Ergebnisse Meßskala				Schnitt	Eichkurve (kp)	Mittelwert (kp)
1	22,0	21,2	22,4	22,2	21,95	17,2	11,4
2	10,8	11,0	11,0	10,5	10,82	8,9	
3	13,1	12,5	13,0	12,8	12,87	10,7	
4	14,0	13,5	13,8	13,8	13,77	11,3	
5	16,8	17,0	17,0	16,5	16,82	12,5	
6	11,5	12,0	11,8	12,0	11,82	9,9	
7	10,0	9,8	10,5	10,5	10,1	8,1	
Schmerzempfindliches Implantatlager							
8	1,8	2,0	1,2	2,1	1,9	1,5	1,1
9	1,2	1,4	0,8	1,0	1,1	0,55	

Tabelle Nr. 4

Meßergebnisse bei enossal-implantatverankertem Zahnersatz

zu 1) Hr. Sch., 54 Jhr.

2-pfostiges Linkow - Blatt re. UK, Br. 47, ⁰46, 45, 44
 ∧ ∧

OK: Br. 17 - - 14, 13

zu 2) Hr. S., 33 Jhr.

2-pfostiges Linkow - Blatt li. OK, Br. 27, ⁰26, 25, 24
 ∧ ∧

UK: bezahnt

zu 3) Hr. D., 28 Jhr.

2-pfostiges Linkow - Blatt re. UK, Br. 47, ⁰46, - 44, 43
 ∧ ∧

OK: Kr. 17, 16, bezahnt

zu 4) Frl. H., 19 Jhr.

UK: 1-pfostiges Linkow-Blatt, Br. $\overset{0}{47} - 45$
 $\wedge$

OK: bezahnt

zu 5) Hr. K., 22 Jhr.

UK: 1-pfostiges Linkow-Blatt, Br. $\overset{0}{47} - 45, 44$
 $\wedge$

OK: bezahnt

zu 6) Fr. C., 38 Jhr.

zu 7) Zwei 1-pfostige Linkow-Blätter re. und li. Unterkiefer

$\overset{0}{47} - 45, 44; 34, 35 - \overset{0}{37}$
 $\wedge \quad \wedge$
OK: Brückenersatz 18 - - 15; 27 - 25

zu 8) Fr. G., 52 Jhr.

UK: 2-pfostiges Linkow-Blatt, Br. $\overset{0}{37}, \overset{0}{36} - 33$
 $\wedge \quad \wedge$

Kr. 44, 45, FM-Scharnier - Ersatz 46, 47

OK: 18 - 16 - - 13 - 11; 21, 22; 23 - - 26; 27

zu 9) Frl. E., 26 Jhr.

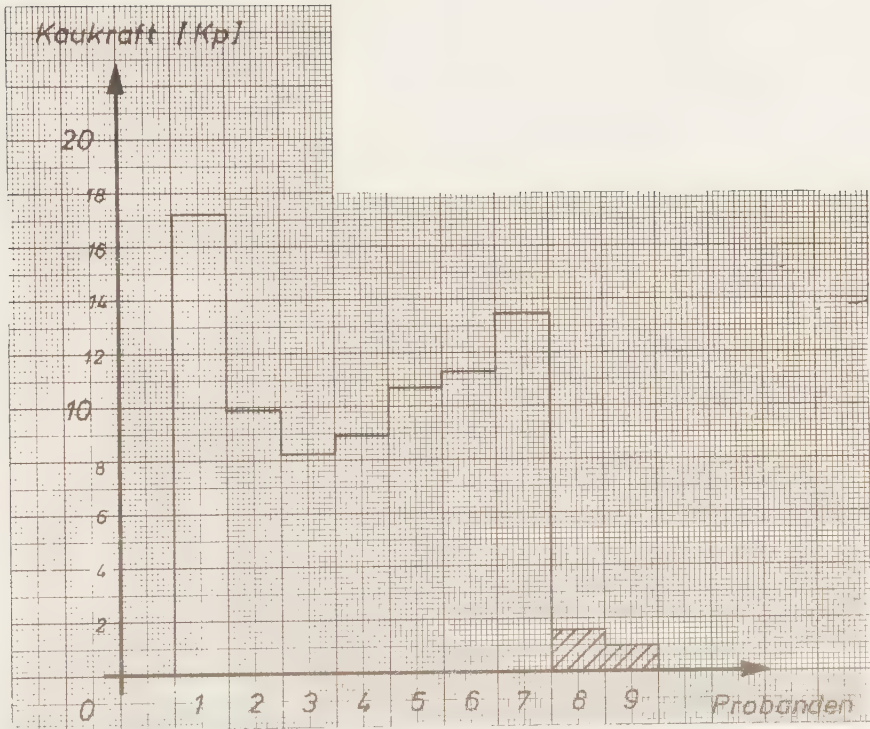
OK: 2-pfostiges Linkow-Blatt, abnehmbare Brücke

$\overset{0}{17}, \overset{0}{16} - 13, \text{Innenkonus } 17, 16; \text{Riegel, RSS - Fräsung } 13$
 $\wedge \quad \wedge$

UK: Rechte Seite bezahnt, linke Seite große Schaltlücke

34 f f f 38

Die Kaukraftverteilung der einzelnen Probanden ist aus graph. Darst.
Nr. 13 ersichtlich.



Graphische Darstellung Nr. 13

Kaukraftverteilung bei enossal-implantatverankertem Zahnersatz

4. Totalersatz

Zwei Patienten mit "gutsitzenden" Totalprothesen wurden untersucht, die Ergebnisse in Tabelle Nr. 5 dargestellt.

Proband	Ergebnisse Meßskala				Schnitt	Eichkurve (kp)	Mittelwert (kp)
1	4,8	3,6	4,2	4,8	4,35	2,4	2,3
2	3,6	4,0	4,2	4,2	4,0	2,2	

Tabelle Nr. 5
Meßergebnisse bei Totalersatz

zu 1) Hr. P., 58 Jhr.	o
Totalprothesenträger seit 12 Jahren	46
zu 2) Fr. A., 65 Jhr.	o
Totalprothesenträgerin seit 4 Jahren	46

Die Kaukraftverteilung dieser Patienten ist aus graph. Darst. Nr. 14 ersichtlich.

5. Subperiostal verankerter Zahnersatz

Zwei Patienten mit langwährender Verweildauer subperiostaler Gerüstimplantate im Unterkiefer wurden untersucht und die Ergebnisse in Tabelle Nr. 6 dargestellt. Da die Patientenzahl in den letzten beiden Gruppen (je zwei Probanden) recht klein ist, die Ergebnisse direkt vergleichbar sind und in der graph. Darst. Nr. 14 gemeinsam aufgeführt werden sollen, werden die Probanden der letzten Gruppe mit 3 und 4 bezeichnet.

Subperiostale Implantate							7,15
3	11,4	9,8	11,0	11,0	10,8	7,9	
4	8,5	9,0	9,5	9,0	9,0	6,4	

Tabelle Nr. 6
Meßergebnisse bei subperiostal verankertem Zahnersatz

zu 3) Hr. M., 70 Jhr.

OK: Totalersatz

UK: Totalersatz auf subperiostalem Gerüst gelagert -

15jährige Liegedauer $\overset{0}{46}$

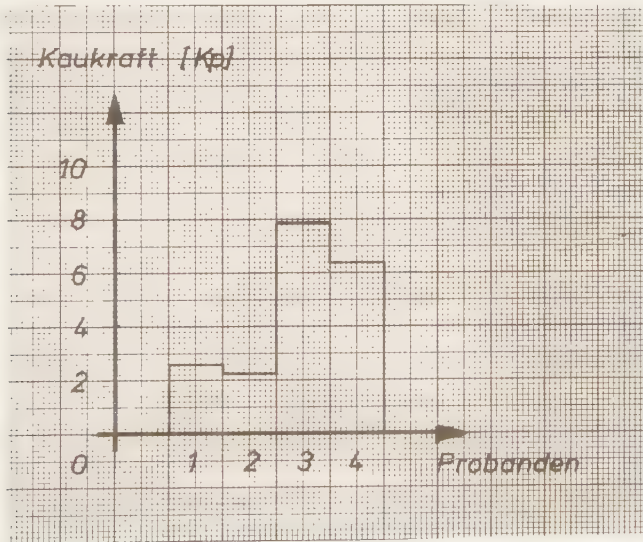
zu 4) Fr. Sch., 49 Jhr.

OK: Totalersatz

UK: Totalersatz auf subperiostalem Gerüst gelagert -

7jährige Liegedauer $\overset{0}{46}$

Die beiden letztgenannten Patienten werden in graph. Darst. Nr. 14 den beiden untersuchten Totalprothesenträgern gegenübergestellt.



Graph. Darst. Nr. 14

Kaukraftverteilung bei Totalersatz (1, 2) und subperiostal verankertem Ersatz (3, 4)

III. KRITIK DER MESSERGEBNISSE

Wie schon besprochen, sind die Meßergebnisse mit einer Fehlerquote von durchschnittlich 8,8% belastet.

Frotz dieser Fehlerquelle soll versucht werden, die gefundenen Meßergebnisse in Gruppen einzureihen.

I. Bezahntes Gebiß (10 Probanden)

II. "Geschiebe"-Ersatz (10 Probanden)

III. Implantatverankerter Brückenersatz (9 Probanden)

IV. Totalersatz (2 Probanden)

V. Subperiostal verankerter Ersatz (2 Probanden)

Die im bezahnten Gebiß bei 10 jugendlichen Patienten erzielten Ergebnisse liegen ca. 20% unter den von UHLIG (102) in sehr umfangreichen Meßreihen in dieser Probandengruppe ermittelten Werte, obwohl eigentlich höhere Werte zu erwarten wären, da die Messungen bei nur geringer Bißsperrung im Bereich der Ruheschwebelage, der größten Kraftentwicklung, durchgeführt wurden, während bei Uhlig eine Bißsperrung von ca. 10 mm vorlag.

Andererseits darf, wie MATINKO (63) hinweist, das Meßelement nicht pulpennah gelegt werden, damit die Kaukraft nicht durch an der Dentinegrenze liegende Druck-Rezeptoren der Pulpa gebremst wird. Um eine vergleichbare Messung zu erzielen, war also eine geringe Bißsperrung notwendig, um sicherzustellen, daß das Kaukraftaufnahmevermögen nicht durch die Schmerzgrenze der Parodontien erreicht wird. Die in dieser Arbeit verwendeten Meßkapseln besitzen eine Fläche von $0,232 \text{ cm}^2$, die mit den Antagonisten in Berührung kommt, sodaß die Belastungsgrenze der Parodontien schneller erreicht wird als mit einem "Beißelement", das die gesamte Antagonistenfläche mit einbezieht.

Die auf Blattimplantaten und eigenen Zähnen verankerten Brücken können ca. 50-60% der Kaukraft natürlicher Zähne aufbringen. Wie die histologischen Untersuchungen von HOPPE (42), SCHWINDLING (93), LASS (57) u.a. zeigen, findet sich zwischen Implantat und Knochen eine Bindegewebsschicht, die nicht in der Art und Weise wie Parodontalfasern am natürlichen Zahn funktionell ausge-

richtet ist und deswegen wohl auch keine so hohen Kaukräfte aufnehmen kann.

Daß dennoch von den enossalen Blättern im Vergleich zu den untersuchten subperiostalen Gerüsten ca. 40-50% mehr Kaukraft erreicht wird, ist wohl auch darauf zurückzuführen, daß die Brücken auf natürlichen Zähnen abgestützt sind, die einen wesentlichen Teil des Kaudrucks mit aufnehmen können. Da die Meßergebnisse ca. 3-4 Monate nach Implantation ermittelt wurden, läßt sich noch keine Aussage darüber machen, wie sich diese Implantate nach längerer Tragezeit bei guter Tolerierung bzw. Akzeptierung verhalten. Der bei einem Patienten gefundene Spitzenwert, der fast dem der natürlichen Bezahnung entsprach, läßt eine Steigerung als möglich erscheinen, vor allem dann, wenn die zwischen Knochen und Implantat liegende Bindegewebsschicht unter Einwirkung des Kaudrucks eine reifere, funktionelle Ausrichtung zeigt.

Eine Schraube mit großflächigen Gewindegängen soll nach PRUIN (75) die vertikal einwirkenden Kaudruckbelastungen besser auf das Implantatlager übertragen können. Aus diesem Grund lehnt er auch die CBS - Schraube nach SANDHAUS (81) ab, da ihre schmalen Gewindegänge zu wenig Retention im Implantatlager bieten, eine Forderung, die die Nadel-Implantate sicherlich am wenigsten erfüllen.

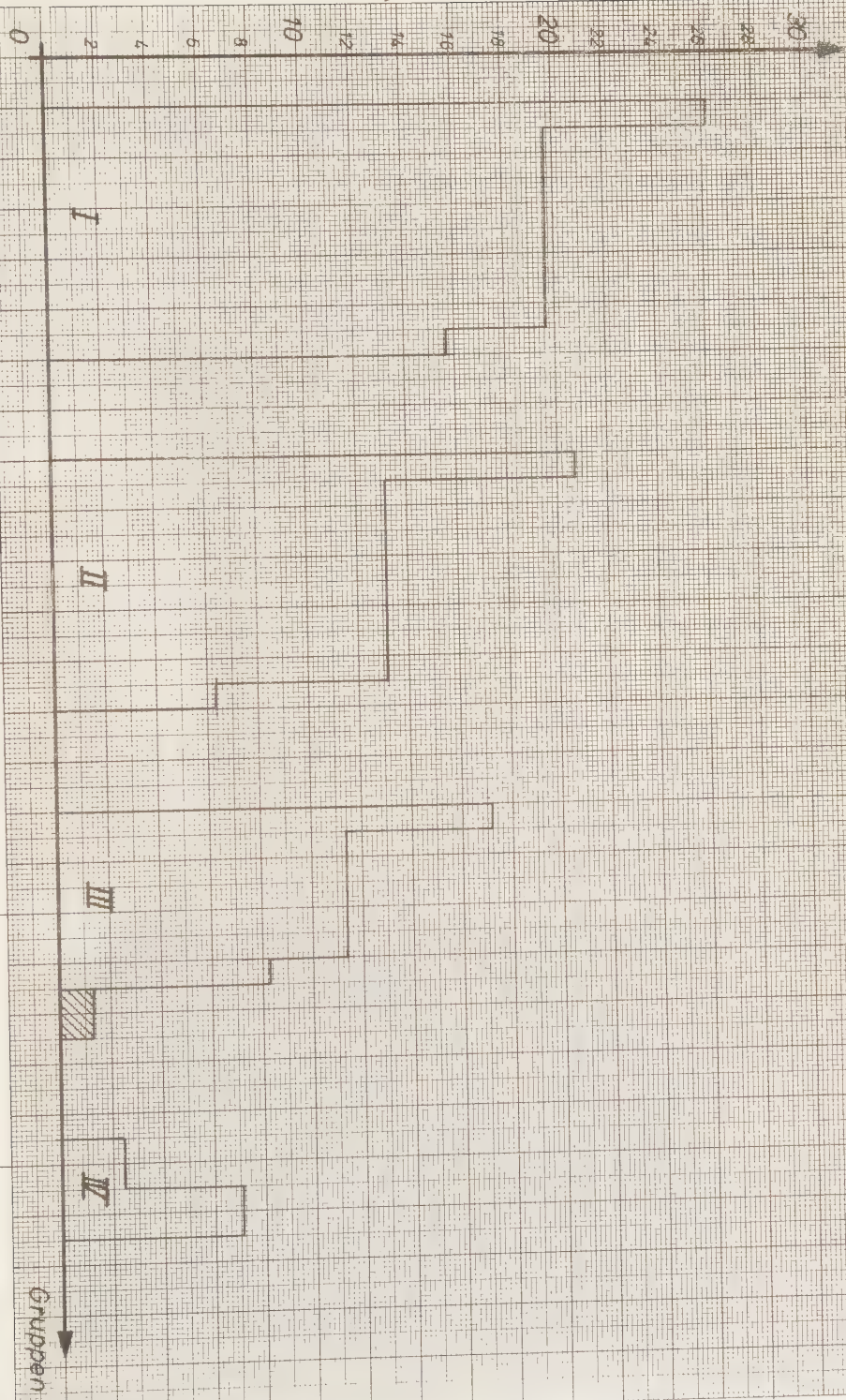
Die von KNOWLTON (50) gefundene Kaudrucksteigerung um das 7-8fache bei subperiostaler Gerüstimplantation konnte nicht bestätigt werden. Die hier ermittelte, mehr als 3fache Steigerung gegenüber Totalprothesentägern (allerdings nur je 2 Fälle) liegt nur unwesentlich über den von KRAFT (54) gefundenen Werten (2-3fache Kaudrucksteigerung).

Die jeweils im Unterkiefer gegen totalen Ersatz im Oberkiefer getragenen subperiostalen Gerüstimplantate können mehr Kaukraft aufnehmen, als bei den Messungen erzielt wurde. Im Vergleich mit der Versorgung eines Patienten, der im Unterkiefer eine mit drei Konuskronen am Restgebiß fixierte Teilprothese (44, 43, 42, 41, 31, 32, 33), im Ober-
TK TK TK

kiefer Totalersatz trug, wurden ähnliche Meßergebnisse gefunden, so daß angenommen werden kann, daß der Kaudruck durch die Schmerzempfindlichkeit des Prothesenlagers gebremst wurde.

Daß diese Schmerzempfindlichkeit des Prothesenlagers schnell erreicht wird, zeigen die bei den Totalprothesenträgern ("gutsitzende" Prothesen) ermittelten Werte, wobei der durch die Meßkapsel vermittelte Druck/Flächeneinheit sehr groß ist, so daß diese Grenze schnell erreicht war. Der mit RSS-Geschiebe und mit Konuskronen verankerte parodontal-gingival gelagerte Ersatz erreicht im Mittelwert mindestens die bei enossalen Implantatbrücken gefundenen Kaukraftwerte. Eine direkte Vergleichsmöglichkeit zwischen der konventionellen prothetischen Versorgung und implantat-verankertem Ersatz ist durch Anordnung der Meßkapseln erschwert. Die beim "Geschiebe" - Ersatz gemessenen Werte beziehen sich auf die Mittenbelastung des Sattels, während die Implantatmessung über einem Pfeiler vorgenommen wurde, da der Kaudruck von der Aufnahmefläche her besser auf das Implantatbett übertragen wird als in Pfeilerferne. Es ist sicher, daß die am Sattelende messbaren Kräfte niedriger liegen als die bei Mittenbelastung und am höchsten sind sie am Sattelbeginn, dem überkronen Nachbarzahn nahe. Wie die bei der Patientin (siehe auch Foto Nr. 5 über Einbau der Meßkapsel, ⁰47,46,45,44,43) ermittelten
E E TK TK TK

Werte beweisen, kann man bei starr mit dem Restgebiß verbundenem Zahnersatz am Sattelanfang von "Freiendbrückenwirkung" sprechen. Die Untersuchungen von BRIEDE (11) u.a. bestätigen dies, da in diesem Bereich eine so geringe Einsinktiefte vorliegt, daß die Schmerzempfindlichkeit des Prothesenlagers noch nicht erreicht wird. In der graph. Darst. Nr. 15 werden die Mittelwerte der einzelnen Gruppen und die maximale Streuung dargestellt. Total- und subperiostalverankerter Ersatz werden wie schon in graph. Darst. Nr. 14 zusammen aufgeführt.



Graphische Darstellung Nr. 15

IV. BESCHREIBUNG VON MISSERFOLGEN UND DEREN HISTOLOGISCHE BEFUNDE

1. Subperiostales Implantat

Pat. Hr. K., 62 Jhr., UK und OK zahnlos

24.9.72 Es wurde ein subperiostales Gerüst zur Versorgung des zahnlosen Unterkiefers implantiert.

Grund: Schlechter Halt der alten Prothese, durch "spitzen" Alveolarkamm Druckstellen. Ausdrückliches Verlangen des Patienten nach sicheren Sprechgewohnheiten (beruflich bedingt).

Bei der Nachkontrolle wird schlechte Heilungstendenz der Wundränder bemerkt, Nahtdehiszenz im linken Molarenbereich hinter dem letzten Pfeiler.

12.10.72 Wundrevision in diesem Bereich

28.11.72 Versorgung mit abnehmbarer 14-gliedriger Brücke

4.06.74 Nach Aufklappung wird das Implantat hinter dem letzten linken Pfeiler abgetrennt, da zwei weitere vorhergehende Wundrevisionen keine Besserung brachten und es immer wieder zum Freiliegen des Gerüsts in diesem Bereich gekommen war.

Nach dieser Maßnahme blieb das Implantat 11/4 Jahre reaktionslos, bis sich die ehemaligen Verhältnisse wieder einstellten - Freiliegen des Gerüsts.

17.09.75 Entfernung des Gerüsts

Foto Nr. 7 zeigt das Gerüst nach seiner Entfernung.



Foto Nr. 7

Entferntes subperiostales Gerüst

2. Linkow-Blatt OK

Pat. Frh. E., 26 Jhr.

Zahnbestand:

321	1234567
7654321	1234 8

Die jugendliche Patientin lehnt herausnehmbaren Ersatz ab und äußert den Wunsch nach Implantation.

08.06.75 Implantation eines zweipfostigen Linkow-Blattes im rechten Oberkiefer

21.08.75 Provisorisches Einsetzen der herausnehmbaren Brücke, die an Krone 13 mit RSS-Fräsung verbunden war. Zwei Innenkoni über Implantatpfeiler und Riegel.

In dieser Sitzung wurden die Zähne 34 und 38 beschliffen und provisorisch mit Zinnkappchen versorgt.

Das primär feste Implantat und das dadurch ermöglichte gute Kauvermögen war für die Patientin Anlaß, zur weiteren Behandlung nicht mehr zu erscheinen, so daß die geplante Brücke 34 --- 38 nicht angefertigt werden konnte. Im Februar 76 meldete sich die Patientin wieder und beklagte die Schmerzhaftigkeit des Implantats.

02.03.76 Entfernung des Implantats

Bei der Entfernung des Implantats, das starke Lockerung aufwies und sowohl vertikal als auch horizontal beweglich war, wurde aus dem Implantatlager ein Gewebsstück entnommen. Der histologische Befund zeigt unterschiedlich dichtes Faserstroma mit einer unspezifischen, vorwiegend granulierender Entzündung und ein Übergreifen der entzündlichen Veränderungen auf das Knochengewebe, das reaktiven Umbau aufweist. Auf Foto Nr. 8 werden diese Befunde in 70-facher Vergrößerung gezeigt.

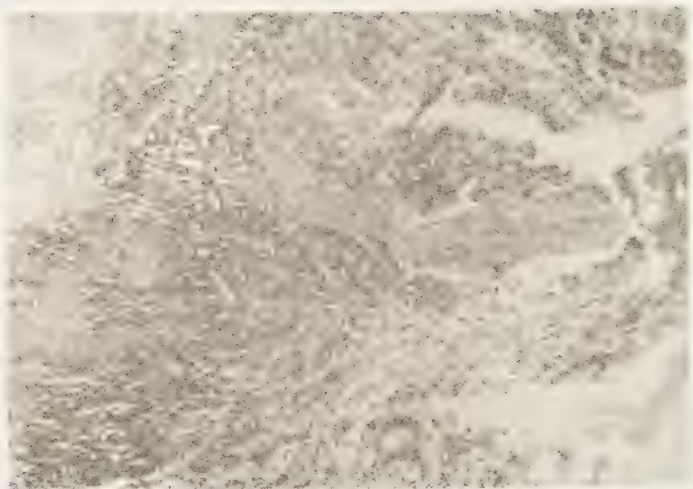


Foto Nr. 8

Gewebe aus dem Implantatlager (70-fache Vergrößerung)

3. Linkow-Blatt UK

Pat. Fr. G., 52 Jhr.

Folgender Zahnbestand:

Unterkiefer: 47, 46, 45, 44, 43, 42, 41, 31, 32, 33

E E K K

FM-Scharnier

An zwei verblockten Kronen 45, 44 ist ein Ersatz mit FM-Scharnier beweglich (!) am Restgebiß befestigt. Das Ersatzstück zeigt starke Beweglichkeit in vertikaler und transversaler Richtung nach einer Tragezeit von ca. 10 Jahren, abgesunkener Biß, Lockerungsgrad II-III bei den Zähnen 45, 44.

Oberkiefer: 18-16--13-11; 21,22; 23--26; 27

10.01.76 Implantation eines zweipostigen Linkow-Blattes im linken UK-Bereich. Versorgung mit einer provisorischen Kunststoffbrücke.

Das primär feste Implantat war schon nach kurzer Zeit beweglich und im Implantatlager schmerzhaft.

03.04.76 Entfernung des Implantats

Bei der Entfernung des Implantats wurde ein Gewebstückchen aus dem Implantatlager, zwei aus dem Pfeilerbereich entnommen und die gewebliche Reaktion an insgesamt 73 Schnitten (Paraffineinbettung) nach HE- und van Gieson-Färbung untersucht.

Beurteilung Block I, 23 HE/van Gieson Stufen- bzw. Serienschnitte nach Paraffineinbettung (Implantatlager): Mäßig, örtlich stärker gradierte rundzellige Infiltration. Einzelne mit braunem, teils amorphem Material beladene Histiozyten. Randständig ist ein Übergang in eine frischere Ulzeration festzustellen, die mit einer schmalen Lage eines Fibrinschorfs bedeckt ist.

Insgesamt: Chronische, teils ulzerierende Entzündung

Kein Anhalt für Malignität

Beurteilung Block II, 26 HE/van Gieson Stufen- bzw. Serienschnitte nach Paraffineinbettung (Pfeilerbereich): Dem Pfeiler benachbart ist hochaufgebautes, mehrschichtig-plattes Epithel. Das Tiefenwachstum ist bis zum Knochen erfolgt. Die Epithelialisierung über die ganze Länge des Gewebstückes ist nicht abgeschlossen, sondern an mehreren Stellen von kleinzelliger, chronisch entzündlicher Infiltration durchbrochen. Das zapfenförmige, räumlich ungeordnete Tiefenwachstum der Epithelpapille zeigt geringe kollagene Vernetzung. Es ist eine Vermehrung des amorphen Fremdmaterials in den Histiozyten, aber noch keine echte Fremdkörperreaktion festzustellen.

Insgesamt: Chronisch granulierende Entzündung mit

gesteigerter Epithelproliferation

Noch keine echte Fremdkörperreaktion

Kein Anhalt für Malignität

Auf dem Foto Nr. 9 ist ein Ausschnitt in 40-facher Vergrößerung zu sehen.

Beurteilung Block III, 24 Stufen-bzw. Serien-
schnitte nach Paraffineinbettung (Pfeilerbe-
reich) wie Block II.

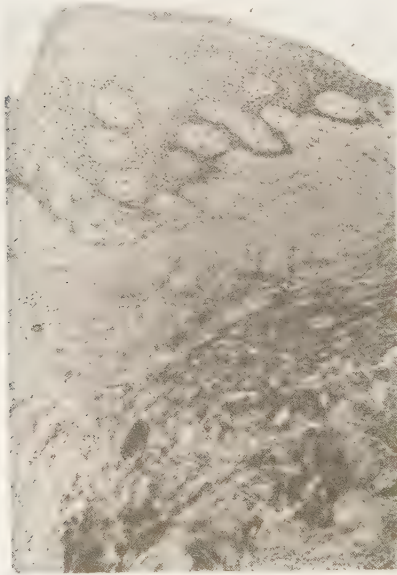


Foto Nr. 9

Gewebe aus Pfeilernähe in 40-facher Vergrößerung

V. DISKUSSION

Die Patienten, bei denen die enossalen Blätter entfernt werden mußten, konnten weniger Kaukraft aufnehmen als Totalprothesenträger.

Wie die histologischen Untersuchungen zeigen, finden sich alle Stadien von akuter bis chronischer Entzündung im Lagergewebe, wobei das Übergreifen dieser entzündlichen Vorgänge auf das Knochengewebe eine Schädigung des Prothesenlagers herbeiführen kann. Das am Pfeilerdurchtritt imponierende, starke Epitheltiefenwachstum muß in engem Zusammenhang mit der Lockerung des Implantats gesehen werden. Von einer Schrankenfunktion des Epithels kann natürlich bei solch lockeren Implantaten keine Rede sein.

Wie die beiden Mißerfolge bei enossalen Blättern beweisen, ist ein Überschreiten der Belastungsgrenze gerade bei dieser Implantatform leicht möglich, da die Abstützung nach Implantation im Knochen nur durch keilförmige Verklebung gewährleistet ist, so daß eine stabile Lage bei sofortiger Belastung fragwürdig erscheint. Erst wenn neuer Knochen durch die Aussparungen des Implantats hindurch wächst, wie LINKOW (60) und PASQUALINI (73) beweisen, erhöht sich die Lagestabilität des Implantats.

Da in beiden Mißerfolgswfällen in der anderen Kieferhälfte statisch ungünstige Verhältnisse herrschten - Zinnköppchen bzw. beweglich am Restgebiß verankerter, abgesunkener Ersatz zur Aufrechterhaltung zweier Stützzonen - war die Belastungsgrenze der Implantate bald überschritten (3-6 Monate Tragezeit). Hier stimmen wir mit FRENKEL (28) überein, der nach 21/2jähriger Erfahrung mit enossalen Implantaten schreibt:

"Die beobachteten Mißerfolge waren zum größten Teil auf Fehler während der Operation zurückzuführen, d.h., die Implantate waren sofort beweglich. Der kleinere Teil lockerte sich in den ersten sechs Monaten als Folge einer Überbelastung".

Es muß also, um eine erfolgreiche Implantation auch bei einseitiger Freierndücke im UK zu sichern, die Herstellung stabiler Okklusionsverhältnisse in der anderen Kieferhälfte am besten schon vor der Implantation erfolgen. Die von der Okklusionsdiagnostik

bekannte Forderung nach Eck-und Frontzahnführung im natürlichen Gebiß muß gerade für diese Implantatform oberstes Gesetz sein, so daß die im Molarenbereich gelegenen Implantate nur von vertikal einwirkenden Kräften belastet werden und nicht schädlichen horizontalen Kräften ausgesetzt sind.

Die Implantation eines enossalen Blattes im OK läßt wegen des schlechteren Halts im spongiösen Knochen von vornherein eine schlechtere Prognose erwarten, wenn nicht anatomische Gegebenheiten (Nähe der Kieferhöhle) sie sofort ausschließen. STEINER/SCHMIDINGER (97) finden nach Untersuchungen an 52 menschlichen Schädeln, daß eine Blattimplantation nach Linkow in 20 von 52 Fällen

- a) im gesamten OK-Bereich
- b) in 37 Fällen im anterioren Bereich
- c) in 22 Fällen im posterioren Bereich
- d) in 13 Fällen in keinem Bereich

möglich gewesen wäre.

TETSCH/PEPPMEIER (100) geben als totale Mißerfolgsquote für enossale Implantate im OK 32,1%, im UK 15,2% an.

Positiv bei dieser Implantatform ist zu vermerken, daß nach Entfernung eines Blattes eine nicht wesentliche Schwächung des Prothesenlagers zu verzeichnen ist, im Gegensatz zu Mißerfolgen nach subperiostaler Gerüstimplantation, die oftmals mit verstärkter Alveolarkammatrophy einhergehen.

Bei dem als Mißerfolg beschriebenen subperiostalen Gerüst ist der Fehler sicherlich darin zu suchen, daß das Gerüst im Molarenbereich des linken Unterkiefers nicht richtig dem Knochen anlag, so daß eine subperiostale Einscheidung nicht gewährleistet war. Dies führte zu akuter Entzündung, Epitheltiefenwachstum und Freilegung des Gerüsts in diesem Bereich. Auch nach mehrmaliger Wundrevision und Kürzung des Implantats stellte sich der alte Zustand wieder ein, so daß das Implantat wegen der Befürchtung des Übergreifens dieser pathologischen Vorgänge auf das Implantatbett entfernt werden mußte.

Daß die subperiostale Implantologie durchaus ihre Daseinsberechtigung hat, auch wenn in der modernen Literatur die enossale Implantologie, nicht zuletzt der einfacheren

Handhabung wegen, bevorzugt wird, zeigen die bei den Kaukraftmessungen untersuchten Implantate mit 7- und 15-jähriger Liegezeit. Diese Langzeiterfolge beruhen sicherlich auch darauf, daß im Gegenkiefer totaler Ersatz getragen wird, der eine Überlastung des Implantats nicht so leicht gestattet.

In jüngerer Zeit beschreiben DÓRA (22) und SCHROEDER (91) ähnliche Erfolge.

Mit Hinblick auf die Mißerfolgsquote der präprothetischen Chirurgie stellt die subperiostale Implantologie sicherlich mehr als den Versuch dar, diesen bedauernswerten Menschen, bei denen keine Lagestabilität der UK-Prothese zu erzielen ist, zu helfen.

Eine günstige Prognose kann nach BRINKMANN (12) für enossale Implantate gestellt werden, wenn im Gegenkiefer herausnehmbarer Ersatz getragen wird.

TETSCH/BOLLMANN (99) geben die Mißerfolgsrate bei der Versorgung des zahnlosen Patienten mit Hilfe enossaler Blattimplantate mit 30,8% an (78 untersuchte Fälle) und weisen darauf hin, daß für den Erfolg der Implantation optimale Okklusions- und Artikulationsverhältnisse eine wichtige Voraussetzung sind.

Die Frage nach der erweiterten Indikationsstellung (Blattimplantation bei Kennedy-Kl. 1,2) läßt sich dahingehend beantworten, daß mit konventioneller prothetischer Versorgung eine sicherere Prognose gestellt werden kann.

D) Z U S A M M E N F A S S U N G

Mit Hilfe von Kaukraftmessungen konnten unterschiedliche prothetische Behandlungsmittel verglichen werden.

Es wurde ein transportables Meßgerät entwickelt, die Herstellung der für diesen Zweck benutzten Meßkapseln und ihre Eichung beschrieben.

Patientenreihen mit unterschiedlichem Gebißbefund wurden verglichen:

- I. Vollbezahntes Gebiß
- II. Parodontal-gingival gelagerter Ersatz
- III. Blatt-implantatverankerter Ersatz
- IV. Schleimhautgelagerter totaler Ersatz
- V. Subperiostal verankerter Ersatz

- 1) Es wurde festgestellt, daß die Patienten mit blatt-implantatverankertem Zahnersatz ca. 60% des Kaukraftaufnahmevermögens der natürlichen Bezahnung besitzen, während der parodontal-gingival gelagerte Zahnersatz eine bewährte Maßnahme darstellt, die dem enossal verankerten Zahnersatz vorallem seiner günstigen Prognose wegen vorzuziehen ist.
- 2) Bei der Gegenüberstellung zweier Patienten mit langjähriger Tragezeit subperiostaler Gerüste mit zwei Totalprothesenträgern wurde eine über dreifache Steigerung der Kaukraft gefunden.
- 3) Die Beschreibung von drei Mißerfolgen nach zahnärztlicher Implantation diente an Hand der histologischen Befunde und kritischer Beurteilung der Fälle einer Klärung der Ursachen.
- 4) Danach ist die Sicherung stabiler Okklusionsverhältnisse in der anderen Kieferhälfte schon vor der Implantation - auch bei einseitig verkürzter Zahnreihe - die Voraussetzung zur Vermeidung einer Überbelastung des Implantats.

E) S C H R I F T T U M

- 1 Achermann, R. Die Nadel-Implantate
Lizenzausgabe des Verlages Julien
Prélat, Paris - V, 1969
- 2 Anliker, M.H.
Johnson, P.L.
Selman, J. Histological and histochemical in-
vestigation of human alveolar socket
healing in undisturbed extraction
wounds
JADA, Vol. 61, Nr. 1, July 1960
- 3 Anderson, D.J. A Method of Recording Masticatory
Loads
J. Dent. Res. 32, 785 (1953)
- 4 Arnaudow, M.
Garlicks, U.A. Die enossale Implantationsmethode
künstlicher Zahnwurzeln
ZWR, 81. Jahrg. 1972, S. 313
- 5 Axhausen, G. Allgemeine Chirurgie
Carl Hanser Verlag, München 1949
- 6 Beck, G. Untersuchungen über das Verhalten
menschlicher Zähne beim Kauvorgang
Dtsch. Zahnärztl. Z. 11, 162 (1956)
- 7 Behrman, S.J.
Egan, G.F. Implantation of magnets in the jaw
to aid denture retention
New York State Dent. J. 19, 353, 1953
- 8 Biaggi, A.
Elbrecht, H.J. Gelenkige Prothesen und ihre Indika-
tion.
Verl. Zahnärztl. Welt 1951

- 9 Böttger, H. Die Praxis des Teleskopsystems
Gründler, H. Verlag Neuer Merkur München, 1970
- 10 Böttger, H. Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Prothetik
Johann Ambrosius Barth, Leipzig
1973
- 11 Briede, C. Untersuchungen zur Prothesendynamik an totalen und partiellen Prothesen
Klötzli, A.
Körber, E. Dtsch. Zahnärztl. Z. 25, 793 (1970)
- 12 Brinkmann, E. Überblick über den derzeitigen Stand zahnärztlicher Implantationsverfahren
22. Okt. 1975, Vortrag Bayer. Zahnärztehaus
- 13 Brudevold, F. A basic study of the chewing forces of a denture wearer
J. Amer. Dent. Ass. 43, 45 (1951)
- 14 Cherchève, R. Les implants endosseux
Verlag Maloine, Paris 1962
- 15 Conod, H.B. Biomechanik der partiellen Prothese
Zahn-, Mund-, Kieferheilkunde in Vorträgen. Heft 3, S. 144, Carl Hanser Verlag München, 1951

- 16 Dahl, G. Om möjligheten för implantation i käken av metallskelett som bas retention för fasta eller avtagbara proteser
Odont. Tidskr. 51:4, 440 (1943)
- 17 Dahl, G. Izikowitz, L. Betrachtungen über die Knopf-Implantattechnik
Quint., 1959, Heft 3, Referat 1 186
- 18 Dehnungsmeßstreifen (DMS) und Zubehör Hottinger Baldwin Meßtechnik (HBM) GmbH, 8 000 München 60, Maria-Eich-Str. 3
- 19 Dolder, E. Steg-Prothetik
Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg, 1971
- 20 Dóra, J. Über Implantation von Vitallium-(Svedion)-Gerüsten in einer Sitzung zur Unterlage von fixen Brückenprothesen
Dtsch. Zahnärztl. Z. 11,1117 (1956)
- 21 Technische Arbeiten bei der Dórascher subperiostalen Implantation in Fällen vollständigen Zahnverlusts
Dtsch. Zahnärztl. Z. 12,1660 (1957)
- 22 Seit 15 Jahren funktionierende Brücken an subperiostalen Implantaten-Metallgerüsteinpflanzung mit gleichzeitiger Zahnextraktion
Dtsch. Zahnärztl. Z. 25,337 (1970)

- 23 Eichner, K. Messung der Kräfte bei Kauvorgängen
Dtsch. Zahnärztl. Z. 18,915 (1963)
- 24 Aufschlüsse über den Kauvorgang durch
elektronische Kaukraftmessungen
Dtsch. Zahnärztl. Z. 19,415 (1964)
- 25 Eschler, J. Die Resorption des Knochengewebes bei
der kieferorthopädischen Zahnverschle-
bung
Dtsch. Zahnärztl. Z. 8,480 (1953)
- 26 Flohr, W. Implantationsv erfahren für Gerüste
und implantatgetragene Brücken
Zahnärztl. Praxis 7:9, 1, 1956
- 27 Formiggini, M. Protesi dentaria a mezzo di infibu-
lazione diretta endoalveolare
Riv. Ital. di stom., Anno 2, No 2,
Marzo 1947
- 28 Frenkel, G. Zweieinhalbjährige Erfahrung mit
enossalen Implantaten
Dtsch. Zahnärztl. Z. 28,30 (1973)
- 29 Fritz, R. Implantologische Erfahrungen und
histologische Untersuchungen der
Schleimhautdurchtrittsstelle
In Rheinwald, U.: Die Quintessenz
der zahnärztlichen Implantologie,
Berlin 1971
- 30 Gabka, J. Klinische und experimentelle Er-
fahrungen mit Unterkiefer-Magnet-
prothesen (Magnetimplantation)
Dtsch. Zahnärztl. Z. 15,385 (1960)

- 31 Gaerny, A. Der abnehmbare Interdentalraum-
Verschluß (I.R.V.)
Buch und Zeitschriftenverlag "Die
Quintessenz", Berlin 1974
- 32 Gershkoff, H. The Implant Lower Denture
Goldberg, N. Dent. Dig., 55:11, 430 (1949)
- 33 Goslee, H. Principles and Practice of Crown
and Bridge Work
Dental items of interest Publishing
Co, New York 1923
- 34 Greenfield, E. I. Implantation von Kronen und Brücken-
gerüsten
Dental Cosmos 15:366, 1913
Ref. Dtsch. Zahnärztl. Wochenbl. 877,
1913
- 35 Gromann, A. Untersuchungen über die Passage von
³⁵S-markierten Mykobakterien und
Staphylokokken an Perforationsstel-
len von Gerüstpfählern
Diss. Kiel 1969
- 36 Hammer, H. Der histologische Vorgang bei der
Zahnreplantation
Dtsch. Kieferchir. 1, 115, 1934
- 37 Der histologische Vorgang bei der
Zahnreplantation nach Vernichtung
der Wurzelhaut
Dtsch. Zahn-, Mund-und Kieferheil-
kunde 4,179,1937
- 38 Zum Problem der operativen Verbes-
serung ungünstiger Prothesenlager
im Unterkieferbereich, im besonderen
durch subperiostale Gerüstimplanta-
tionen
Dtsch. Zahnärztl. Z. 10,417 (1955)

- 39 Hammer, H. Indikation und Kontraindikation zur subperiostalen Gerüsteinpflanzung
Dtsch. Zahnärztl. Z. 10, 1101 (1955)
- 40 Heinrich, B. Schrauben und stabilisierte Klingen-
implantate
In "Replantate, Transplantate, Im-
plantate", Herausgeber: Bayerische
Landeszahärztekammer 1972
- 41 Heiss, J. Klinische und histologische Unter-
suchungen am replantierten Zahn
Öst. Zeitschr. Stomat. 42, 73 (1944)
- 42 Hoppe, W. Das Lagergewebe subperiostaler Gerüst-
implantate
Carl Hanser Verla München, 1961
- 43 Howell, A. H. An electronic Strain Gauge for
Manly, R. S. Measuring oral Forces
J. Dent. Res. 27, 705 (1948)
- 44 Immenkamp, A. Zur subkutanen Einverleibung von
Porzellankörpern
Dtsch. Mund-, Zahn-, Kieferheilkunde
4:10, 42 (1937)
- 45 Kallenberger, K. Zur Frage der Einheilungsvorgänge
Maeglin, B. bei Gerüstimplantaten
Schweiz. Monatsschr. für Zahnheilk.
67:4, 300 (1957)
- 46 Kanth, L. Die Formgebung eines enossalen Im-
plantats zur Dämpfung des Kaudrucks
Dtsch. Zahnärztl. Z. 27, 229 (1972)

- 47 Kennedy, E. Partielle Zahnprothesen und ihre Herstellung
Verlag Hermann Meusser, Berlin 1932
- 48 Killebrew, R. The Mandibular Implant Denture
J. Prosth. Dent. 2:5, 618, 1952
- 49 Klötzer, W. Über die elastische Deformation der
Brückenzwischenglieder
Zahnärztl. Welt/Reform 61,13 u. 45 (1960)
- 50 Knowlton, J.P. Masticatory Pressures exerted with
Implant Dentures as compared with
Soft-Tissue-Borne-Dentures
J. Prosth. Dent. 3:5, 721 (1953)
- 51 Körber, E. Die Belastung des zahnlosen Kiefers
durch Plattenprothesen
Dtsch. Zahnärztl. Z. 19, 711 (1964)
- 52 Körber, K.-H. Konuskronen, Teleskope
Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg
1974
- 53 Komari, J. Ein das Absinken des Metallgerüst-
implatates bei Feiendbrücken kom-
pensierender Mechanismus
Dtsch. Zahnärztl. Z. 19,1003 (1964)
- 54 Kraft, E. Über die Steigerung der Funktion
herausnehmbarer Prothesen mit
Implantatverankerung
Dtsch. Zahnärztl. Z. 12,302 (1957)
- 55 Erfahrungen mit Gerüstimplantaten
Dtsch. Zahnärztl. Z. 19,901 (1964)
- 56 Kuithan, P. Untersuchungen zur Einheilungsfähig-
keit einiger Materialien und das
Verhalten des Gewebes zu diesen
Implantaten
Diss. Münster 1933

- 57 Lass, H.-D. Klinische und histologische Untersuchungen bei enossalen Implantaten
ZWR, 82. Jahrg. 1973, Nr. 15 u. 16
- 58 Lew, I. The Evaluation of Dental Implants -
A Discussion of Success and Failure
In: The Dental Clinics of North
America, W. B. Saunders Comp.,
Jan. 1972
- 59 Lhotsky, B. Über Gewebeumbauvorgänge in Beziehung zu enossalen Spiralgerüsten nach Formigini
Dtsch. Zahnärztl. Z. 18,475 (1963)
- 60 Linkow, L. I. Theories and techniques of oral implantology
The C. V. Mosby Company, St. Louis
1970
- 61 Lutz, W. L. Statistische Auswertungen über Erfolg und Ursachen von Mißerfolg an 700 in eigener Praxis ausgeführten enossalen Blattimplantationen
Orale Implantologie 1, April 1974
- 62 Marziani, L. Methode der subperiostalen Tantalimplantation in einer einzigen Sitzung
Österr. Zeitschr. f. Stomat. 51, 577, (1954)
- 63 Martinko, V. Einige Gedanken zum Problem der Messungen von Kräften bei Kauvorgängen
Dtsch. Zahnärztl. Z. 20,910 (1965)

- 64 Müller, R. Bericht der 74. Tagung der deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund-, Kieferheilkunde
S. 54, Düsseldorf 30. Juli - 4. Aug. 1937
- 65 Mutschelknaus, E. Enossale Porzellankörper - Implantate In Rheinwald, U.: Die Quintessenz der zahnärztlichen Implantologie, Berlin 1971
- 66 Nothdurft, H. Die experimentelle Erzeugung von Sarkomen bei Ratten und Mäusen durch Implantation von Rundscheiben aus Gold, Silber, Platin oder Elfenbein
Naturwiss. 42:3, S. 75 (1955)
- 67 Über die Sarkomauslösung durch Fremdkörperimplantation bei Ratten in Abhängigkeit von der Form der Implantate
Naturwiss. 42:4, S. 106 (1955)
- 68 Obwegeser, H. Implantate zur Verankerung von partiellem und totalem Zahnersatz
Die Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Dritter Band, 2. Teil, S. 1 143
Verlag von Urban und Schwarzenberg, München/Berlin 1959
- 69 Ogus, W. Research Report on Implantations of Metals
Dent. dig. 58:2, 63 (1951)
- 70 Oral Implantology 2 Herausgeber: implantom Dental-Handelsgesellschaft m.b.H. & Co. KG, 28 Bremen 1, Holler Allee 26

- 71 Orlay, H. G. Endodontic splinting treatment in periodontal disease
Brit. Dent. J. 108:118 (1960)
- 72 Splinting with Endodontic Implant Stabilizers
The Dental Practitioner 1964, Vol XIV, No 12, August
- 73 Pasqualini, U. Reperti isto - anatomopatologici di
Camera, A. sette impianti a lama. Post mortem
Annaratone, P. Associazione Italiana Impianti
Alloplastici, no 1 - Gennaio 1972
- 74 Peeso, F. A. Crown and Bridge - Work
Verl. Henry Kimpton, London 1924
- 75 Pruin, E.-H. Implantationskurs in der Odonto-
Stomatologie
Buch und Zeitschriftenverlag "Die Quintessenz", Berlin 1974
- 76 Rees, H. Untersuchungen über die Schrauben-
funktion des Epithelansatzes am
Implantatstift
Diss. Kiel 1966
- 77 Reichenbach, E. Die Indikation der Gerüstimplantation
auf Grund unserer 5-jährigen Erfah-
rungen
Dtsch. Zahnärztl. Z. 13,1225 (1958)
- 78 Reichenbach, E. Alloplastische Implantate zur Ver-
Köllner, H.-J. ankerung zahnärztlicher Prothesen
Nova Acta Leopoldina 1963, Nr. 164

- 79 Rohrbach, Ch.
Eichner, K. Messungen der Kräfte beim Kauvorgang
mit Widerstandsmeßdosen von Molaren-
größe ohne Behinderung der Okklusion
und Artikulation
Dtsch. Zahnärztl. Z. 13,146 (1958)
- 80 Romagnoli, M. Il pressomatic
Bolletino metallografico No 3,
Milano (1958)
- 81 Sandhaus, S. Considerations implantologiques:
l'implant CBS
Revue trimestrielle d'implantologie 7,
Mai 1969
- 82 Scialom, J. Les implants - aiguilles
Inform. dent. (Paris) 44, 1 606 (1962)
- 83 Singer, F.
Schön, F. Die partielle Prothese
Buch und Zeitschriftenverlag Die
Quintessenz, Berlin 1969
- 84 Sneer - Meer Implantationsverfahren, eine neue
2-zeitige Implantationsmethode
In Rheinwald U.: Die Quintessenz
der zahnärztlichen Implantologie,
Berlin 1871
- 85 Spang, H. Die Quintessenz der prothetischen
Hilfsteile
Buch und Zeitschriftenverlag Die
Quintessenz, Berlin 1973
- 86 Schlegel, D. Zahnärztliche Implantologie - eine
Literaturübersicht
Dtsch. Zahnärztl. Z. 29,176 (1974)

- 87 Schmidt, H.-J. Studie über einen Fall implantierten Zahnersatzes nach 10-jährigem Tragen.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 18,1 444 (1963)
Lewis E., J. Implant. Dent. 8, 41-69, 1962
- 88 Schön, F. Die Wiedereinpflanzung von Zähnen
Ambrosius Barth Verlag, Leipzig 1949
- 89 Schönwald, R. Eine neue Methode der Kaudruckmessung nach dem Martens-Heynschen Verfahren
Diss. Greifswald 1921
- 90 Schreiber, S. Ein neues Gerät zur Messung und Registrierung von Kaukräften
Zahnärztl. Rundschau 66, 127 (1957)
- 91 Schroeder, A. Subperiostale Implantate - Kontrolluntersuchung nach 15 Jahren
Revue trimestrielle d'Implantologie 13, 33 (1972)
Ref. Quint., 1972, Heft 7, Ref. 4 602
- 92 Schuhmacher, G. H. Funktionelle Morphologie der Kaumuskulatur
G. Fischer, Jena 1961
- 93 Schwindling, R. Alloplastische Implantate in der Zahnersatzkunde
Carl Hanser Verlag, München 1960
- 94 Staegemann, G. Die Stiftverbolzung von Zähnen, Indikation, Methodik und Resultate
Dtsch. Zahnärztl. Z. 15,1 094 (1960)

- 95 Stallard, R. E. Current Research Findings on the
El Geneidy, A.K. Vitreous Carbon Tooth Root Replace-
Skerman, H. J. ment System
Dtsch. Zahnärztl. Z. 29,746 (1974)
- 96 Steiger, A. A. Precision Work for Partial Dentures
Boitel, R. H. Stebo, Zürich 1959
- 97 Steiner, A. E. Die Versorgung des zahnlosen Pa-
Schmidinger, S. tienten mit implantatgelagertem
Zahnersatz
Orale Implantologie 3, 1975
- 98 Steudel, H. Ein Implantologie-Kurs bei
Cherchève in Paris
In Rheinwald, U.: Die Quintessenz
der zahnärztlichen Implantologie,
Berlin 1971
- 99 Strock, A. E. Experimental Work on a Method for
the Replacement of missing Teeth
by Direct Implantation of a Metal
Support into the alveolus
Am. J. Orthodontics and Oral
Surgery 25:5, 467 (1939)
- 100 Tetsch, P. Klinische und röntgenologische
Peppmeier, F. Untersuchungen über verschiedene
enossale Implantationsverfahren
Dtsch. Zahnärztl. Z. 28,895 (1973)
- 101 Tetsch, P. Zur Rehabilitation des Zahnlosen
Bollmann, F. mit Hilfe enossaler Implantate
ZWR, 84. Jahrg. 1975, S. 609
- 102 Uhlig, H. Über die Kaukraft
Dtsch. Zahnärztl. Z. 8,30 (1953)

- 103 Van Thiel, H. Das Verhalten der herausnehmbaren Teilprothese im Funktionsgeschehen Dtsch. Zahnärztl. Z. 12,845 (1957)
- 104 Weiss, Ch. M. Das Einfügen von Knöpfen in die Mundschleimhaut für Vollprothesen Revue trimestrielle d'implantologie 8, September 1969
- 105 Weiss, Ch. M. Intramuköse Gewebeanker - Die Lösung für problematische Oberkieferprothesen Judy, K. W. M. Orale Implantologie 2, 1975
- 106 Verbesserte Technik der endodontischen Stabilisatoren - Biofunktionelle Überlegungen Orale Implantologie 3, 1975
- 107 Windecker, D. Messung des durchschnittlichen Kaukraftaufnahmevermögens von Prothesen mittels einer eigenstabilen Kaukraftmeßdose Dtsch. Zahnärztl. Z. 19,808 (1964)
- 108 Wirz, J. Die Steggelenk - Prothese Dtsch. Zahnärztl. Z. 25,800 (1970)
- 109 Wupper, H. Die parodontal abgestützte Prothese Kronen-Steg-Systeme in der zahnärztlichen Praxis Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg 1967
- 110 Wustrow, P. Prinzipielle Betrachtungen zur Bedeutung der physikalischen Grundlagen für die Prothetik Zschr. Stomat. 21,299 (1923)

- 111 Yurkstas, A. Force analysis of Prothetic
Curby, W. A. appliances during Function
J. Prosth. Dent. 3,82 (1953)

Herrn Prof. Dr. Kraft danke ich herzlich für die Überlassung des Themas und der damit verbundenen Möglichkeit zu selbständiger Arbeit.

Für die Anfertigung der histologischen Bilder danke ich Herrn Prof. Dr. Meister vom Pathologischen Institut und Herrn Prof. Dr. Löweneck vom Anatomischen Institut.

Herrn Kollegen P. Erhardt, der mir in großzügiger Weise sein Patientenkontingent zur Verfügung stellte, sei an dieser Stelle ganz besonders gedankt. Seine Unterstützung trug wesentlich zum Gelingen der Arbeit bei.

LEBENS LAUF

Am 2.6.1948	wurde ich, Gerhard Maximilian Probst, in Göggingen/Augsburg geboren, als Sohn des Juristen Martin Probst und seiner Ehefrau Philomena Probst, geb. Schmid.
Von 1954 bis 1955	besuchte ich die Volksschule am damaligen Wohort Batzenhofen/Augsburg und war anschließend
von 1955 bis 1958	an der Volksschule am Marsplatz in München, von wo ich
1958	an das Wittelsbacher Gymnasium, humanistischer Zweig, übertrat.
1967	beendete ich meine Schulzeit mit dem Abitur und begann im
November 1967	mit dem Studium der Zahnheilkunde an der Universität München, das ich im
Juli 1973	mit dem Staatsexamen abschloß.
Von Aug. bis Okt. 1973	war ich als Assistent bei Herrn ZA P. Erhardt beschäftigt und diente ab
Nov. 1973 bis Jan. 1975	als Stabsarzt bei der Bundeswehr in Erpfing/Landsberg. Im Anschluß daran war ich
von Febr. 1975 bis April 1976	als Assistent an der prothetischen Abteilung der Universitätszahnklinik München,
von Mai bis Juni 1976	bei Dr. Bembé in Grafing/München tätig. In den Monaten
Juli und Aug. 1976	war ich Vertreter in der Praxis von Herrn Dr. Venker, die ich
am 1.9.1976	übernommen habe.



